FEDERAL-PROVINCIAL-TERRITORIAL TASK FORCE

ON TELECOMMUNICATIONS

Competition in Public Long-Distance Telephone Service in Canada

Consulting Report 3

December 1988

89-01978/

©Minister of Supply and Services Canada 1988
ISBN 0-662-56269-0

The views expressed herein are those of the Consultant. They do not necessarily reflect the opinions of the Federal-Provincial-Territorial Task Force on Competition in Public Long-Distance Telephone Service, any of the members of the Task Force or their staff.

THE EFFECT OF CHANGING TECHNOLOGY ON THE STRUCTURE OF COSTS FOR THE PROVISION OF PUBLIC LONG DISTANCE TELEPHONE SERVICE

March 10, 1988

The Coopers & Lybrand Consulting Group

Management Consultants

TABLE OF CONTENTS

EXECUTIVE SUMMARY

I. INTRODUCTION

II. THEORY OF NATURAL MONOPOLY

- A. INTRODUCTION
- B. NATURAL MONOPOLY: A THEORETICAL FRAMEWORK
  - 1. Economies of Scale
  - 2. Economies of Scope
  - 3. Subaddivity Definition of Natural Monopoly
- C. OTHER FACTORS
  - 1. Economies of Fill
  - 2. Geographic Impacts
  - 3. Barriers to Entry
- D. TESTING FOR NATURAL MONOPOLY
- E. CONCLUSIONS

III. THE EVIDENCE - THE ENGINEERING APPROACH

- A. INTRODUCTION
- B. EQUIPMENT OVERVIEW
  - 1. Switching
  - 2. Microwave Radio
  - 3. Fiber Optic Systems
  - 4. Satellite Communication
  - 5. Major New Demands
- C. COST FUNCTIONS OF TECHNOLOGIES
  - 1. Network Configurations
  - 2. Network Cost Functions
- D. ECONOMIES OF SCALE
- E. ECONOMIES OF SCOPE
- F. CONCLUSIONS

IV. THE EVIDENCE - THE FINANCIAL APPROACH

A. INTRODUCTION

B. METHODOLOGY FOR ADJUSTING FINANCIAL DATA

1. "Pure" Intercity Transmission Operations
2. Comparability of Geographic Coverage and Dispersion
3. Consistent Treatment of "Access Charges" to Local Loops
4. Adjustments for Major Write-offs, One-time Charges and Other Extraordinary Items
5. Currencies: Local Rates vs. Exchange Rates
6. Pricing Structure Differentials Between Countries and Companies
7. Company Specific Cost Levels: Gold-plating, Perks, Salaries
8. Initial Investment and Start-up Costs
9. Year(s) Used for Comparison
10. Technology Level
11. Other Concerns and Issues
12. Conclusion

C. FINANCIAL PERFORMANCE OF INDIVIDUAL CARRIERS

1. AT&T
2. MCI
3. U.S. Sprint
4. Western Union
5. Telecom Canada and Bell Canada
6. CNCP Telecommunications

D. COMPARATIVE RATE LEVELS

E. COMPETITIVE COST POSITIONS

1. Construction of the Graph
2. Observations

F. CONCLUSION OF THE FINANCIAL ANALYSIS

V. THE EVIDENCE - THE COST ACCOUNTING APPROACH

A. INTRODUCTION
B. OVERVIEW OF APPROACH
C. AMERICAN ENVIRONMENT
   1. Historical Impact of Technology
   2. Impacts of Recent Technology
D. CANADIAN ENVIRONMENT
   1. Bell Canada
   2. CNCP
E. CONCLUSIONS

LIST OF APPENDICES

I PROXY METHODOLOGY EMPLOYED FOR DEVELOPING THE 1983-1986 AVERAGE BOOK VALUE PER CIRCUIT MILE FOR AT&T

II BELL CANADA'S PARC STUDY METHODOLOGY

VI. THE EVIDENCE - THE ECONOMETRIC APPROACH

A. SURVEY OF ANALYTICAL TECHNIQUES
B. RESULTS
   1. Single Aggregate Output
   2. Desegregated Outputs
C. CONCLUSIONS
D. BIBLIOGRAPHY

EXECUTIVE SUMMARY

MARCH 10, 1988

EXECUTIVE SUMMARY

I. INTRODUCTION

The goals of the study were to determine:

* the influence of current and anticipated changes in technology on the economies of scale and scope in the Canadian telecommunications industry, particularly with respect to the provision of public long distance telephone services;

* the impact of other technological and operational factors on the environment for competitive or monopoly provision of such services; and

These factors relate to whether long distance service is a natural monopoly.

The study examined the role of technology and of technological change on the economies of scale and scope associated with the provision and operation of telecommunications networks and the resulting impact on the existing monopoly structure of long distance service. The study developed multiple lines of evidence derived from the following four approaches:

* engineering data for specific routes;
* financial results for six major long distance operations;
* cost accounting submissions by telcos; and
* relevant econometric studies.

This strategy provides a balanced view of the issues.

II. ISSUES AND METHODOLOGIES

A. ROLE OF TECHNOLOGY

The telecommunications industry has been profoundly affected by technological change. For example, large segments of the telecommunications network have been digitized and major fiber optic systems have recently been recently been installed. The incorporation of these technologies into the network has had an impact on the cost of providing long distance service. New technologies including those associated with Integrated Services Digital Network (ISDN) will result in an increase in the number of new services available over the next decade.

B. THE THEORY OF NATURAL MONOPOLY

The theory of natural monopoly provides a theoretical framework for public policies concerning limiting competition in the telecommunications industry. A natural monopoly exists where industry costs are minimized with one supplier for the whole market rather than several suppliers. This situation arises when both economies of scale and economies of scope operate to result in lower costs when the industry's output is supplied by a single firm.

Economies of scale exist if an increase in the level of production is accompanied by a less than proportional increase in costs. These economies arise from either plant level or firm level effects. Those at the plant level are realized by the interaction of capital, labour, energy, and material in the production process. Those at the firm level result from organization-related factors such as cost reductions from large scale financing or advertising.

Economies of scope exist when the production of a combination of two or more distinct services within a single firm results in lower costs than would be found if the production of each service were provided separately by individual firms. These economies result from the sharing of a firm's production facilities by more than one product.

Economies of scale and scope must be considered together, since diseconomies in one could outweigh economies in the other. If one is negative and is more than offset by the other, positive net economies of scale and scope will exist.

The concept of subadditivity has recently been developed as a more generalized test for establishing whether an industry is a natural monopoly. Cost subadditivity means that a single firm's costs of supplying total industry output is less than the sum of total costs of any feasible set of two or more producers.

C. SOURCES OF COST VARIATION

A key objective of the study was to measure the impact of technology on economies of scale and scope through their impact on the cost function. In addition to economies of scale and scope, other factors affecting the cost function include the effect of technological change on production efficiencies and the effect of economies of fill. Therefore, efficiency gains arising from technological improvements which reduce costs over the entire production range are not indicative of a natural monopoly structure. Economies of fill arise when a firm can lower its average unit cost by increasing output, resulting in increased utilization of existing capacity.

D. THE FOUR APPROACHES

There is no single approach which can readily distinguish between those factors which determine a natural monopoly structure, i.e., economies of scale and scope, and the other factors which can also affect the cost function, i.e., economies of fill and increased production efficiencies. The study therefore utilized four different approaches which rely on different data and methodologies and which have complementary strengths. Collectively, the evidence drawn from these approaches can be used to draw firm conclusions about the existence of the natural monopoly conditions. The usefulness and limitations of the four approaches are summarized Exhibit A1 while their sensitivity to sources of variation in the cost function are shown in Exhibit A2.

III. RESULTS

A. THE ENGINEERING APPROACH

1. Overview

This approach examined investment cost per circuit kilometre for three specific technologies associated with long distance telecommunications:

* analog microwave;
* digital microwave; and
* fiber optics.

Major costs for these technologies were identified, quantified, and compared as a function of varying capacity utilization. The usefulness of the approach is based on the following factors:

* It can distinguish between the four sources of cost variation: economies of scale, scope, and fill and technological efficiencies (since it focuses on physical parameters);
* Both present and future technological evolution can be accounted for; and
* The results have excellent reliability.

Limitations associated with the approach include:

* It is based on engineering costs as opposed to company operating data; and
* It is based on plant level data only as opposed to firm level data.

2. Key Observations

Investment costs per unit for three intercity transmission technologies are compared as a function of voice channel capacity in Exhibit A3. The results indicate that:

* Economies of scale are exhausted at 13,000 voice channels for analog radio.
* Digital radio transmission can be provided at slightly less cost than analog radio.
* For fiber optics transmission, costs are lower at capacities above 10,000 voice channels. Scale economies are never exhausted in the relevant range. Moreover, anticipated improvements in electronics technology should further increase capacity and reduce costs.

3. Conclusions

* There are large economies of scale and scope in both switching and transmission technologies. The magnitude of these improvements has been further increased recently by evolving technology.
* Fiber optics transmission and digital switching technologies exhibit extremely low incremental costs bought at initial costs which approximate in absolute dollars those of the older technologies.
* Digital switching provides large capacity and the capability for new features.
* Fibre optics provides almost unimaginable capacity, but the necessity for route diversity to ensure network security and survivability reduces the economies of scale which would be otherwise available.

B. THE FINANCIAL APPROACH

1. Overview

This approach examined the financial performance of long distance operations for different companies. The cross country rate levels for an MTS call during normal business hours for two Canadian and four US intercity carriers were used. Financial data were compared after adjustment to ensure cross country comparability.

The usefulness of the approach stems from its being based on comparisons within a single year. Results are therefore not impacted by technological change. Results are expected to have good reliability.

Limitations associated with the method include:

* There is no distinction made between economies of scale, scope, and fill;
* There is no distinction made between differences in technologies employed by each firm; and
* The impact of future technologies cannot be predicted.

2. Key Observations

The competitive cost positions of Canadian and U.S. intercity networks, based on Canadian currency and local currencies, are shown in Exhibits A4 and A5 respectively. The results indicate that:

* Unit costs are significantly lower for the larger firms.
* The unfavorable cost position of the smaller carriers could lead to a further shakeout in the industry.
* Canadian network costs are lower than those of the U.S. networks based on a volume basis due to differences in the route configurations in the two countries, i.e., a single East-West route in Canada versus a complex grid in the U.S.

In addition, if network access charges are removed from the U.S. data, the industry curve shifts down, becoming almost a direct extension of the Canadian curve (See Exhibit A6).

3. Conclusions

Economies of scale, scope and fill are clearly demonstrated by the losses of small carriers and the large profits of large carriers.

C. THE COST ACCOUNTING APPROACH

1. Overview

This approach examined the trends in real cost per circuit mile and per message over time. Time series were developed for AT&T's real cost per circuit mile for long distance and Bell Canada's real cost per DDD message. Cost trends were identified and the associated causes were determined.

The usefulness of the approach stems from the following factors:

* The method brings historical perspective;
* Economies of fill are specifically accounted for; and
* The method provides results of average reliability.

The limitations of the method include:

* The method does not distinguish between impacts due to economies of scale, scope and technological change; and
* The impact of future technologies cannot be predicted.

2. Key Observations

* The average investment per working circuit for AT&T in real terms has declined from approximately $52 in 1960 to about $5 in 1986 (See Exhibit A7).
* The cost per message for long distance service at Bell Canada has declined in real terms by about 35% between 1982 and 1985 (See Exhibit A8).

3. Conclusions

The real cost per unit of production has been declining and should be expected to decline in the future. While the results cannot determine the relative role of new technologies and economies of scale and scope, they are consistent with the presence of economies of scale and scope identified in the engineering and financial approaches.

D. THE ECONOMETRIC APPROACH

1. Overview

This approach summarized the publicly available studies which:

* construct an economic model of the cost function of a telecommunications firm, incorporating assumptions about technology use.
* estimate over a disaggregated data set using regression analysis.
* statistically test for economies of scale and scope.

The usefulness of the approach rests on the fact that it provides the link to economic theory.

The limitations of the method include:

* Disaggregated data are not reliable enough to estimate economies of scale/scope for individual products., i.e., long distance.
* The impact of future technologies cannot be predicted; and
* The results have poor reliability.

2. Key Observations

The summary of empirical evidence provided by several econometric studies, shown in Exhibit A9, indicates that:

* Most econometric studies do not focus on long distance scale economies.
* The studies that do focus on long distance services yield results that may be unreliable due to statistical bias.

3. Conclusions

The econometric results are inconclusive, but not inconsistent with the presence of strong economies of scale and scope. Studies of both Bell Canada and AT&T have found economies of scale in the aggregate telecommunications services cost function. As for the long distance cost function, no study has been able to reliably test for product specific economies of scale. The results indicate very weak economies of scope which is contrary to much intuitive and anecdotal evidence. These results may therefore not be reliable.

IV. OVERALL CONCLUSIONS FROM THE STUDY

All evidence points towards a strong and durable natural monopoly for Canadian long distance telecommunications in the next two decades. A second intercity carrier will not be viable, for either "monopoly" or "competitive" services, unless strong and continued regulatory protection is provided.

EXHIBIT A1

USEFULNESS AND LIMITATIONS OF OUR FOUR APPROACHES

	DESCRIPTION	USEFULNESS	LIMITATIONS
ENGINEERING	o Examines investment cost per circuit kilometer for different technologies.	o Focuses on physical parameters, therefore distinguishes between all sources of variation in the cost functions. o Accounts for present and future technological evolution. o Excellent reliability of results.	o Based on engineering costs (vs. company operating date). o Based on plant level data only (not firm level).
FINANCIAL	o Examines financial performance of long distance operations for different companies.	o Makes comparisons of intercorporate results in a single year, therefore is not impacted by technological change. o Good reliability of results.	o Does not distinguish between economies of scale, scope and fill. o Does not distinguish between differences in technologies employed by each firm. o Cannot predict impact of future techniques.
COST ACCOUNTING	o Examines trends in cost per circuit mile/per message over time.	o Brings historical perspective. o Specifically accounts for the role of fill. o Average reliability of results.	o Does not distinguish between size of impact of economies of scale, scope and technological change. o Cannot predict impact of future technologies.
ECONOMETRIC	o Empirical estimation of the firm's cost function using historical data.	o Provides the link to theoretical economics.	o Disaggregated data is not reliable enough to estimate economies of scale/scope for individual products (i.e., long distance. o Cannot predict impact of future technologies. o Poor reliability of results.

EXHIBIT A2

ABILITY OF OUR APPROACHES TO DISTINGUISH BETWEEN SOURCES OF COST FUNCTION VARIATION

Source of Cost Function Variation	Analytical Approach			
	Engineering	Financial	Cost Accounting	Econometric
Economies of Scale	✓			✓
Economies of Scope	✓			✓
Technological Change	✓	✓		✓
Economies of Fill	✓		✓	✓
Reliability of Results	Excellent	Good	Good	Poor

Exhibit A3

COMPARATIVE UNIT INVESTMENT COSTS FOR THREE INTERCITY TRANSMISSION TECHNOLOGIES

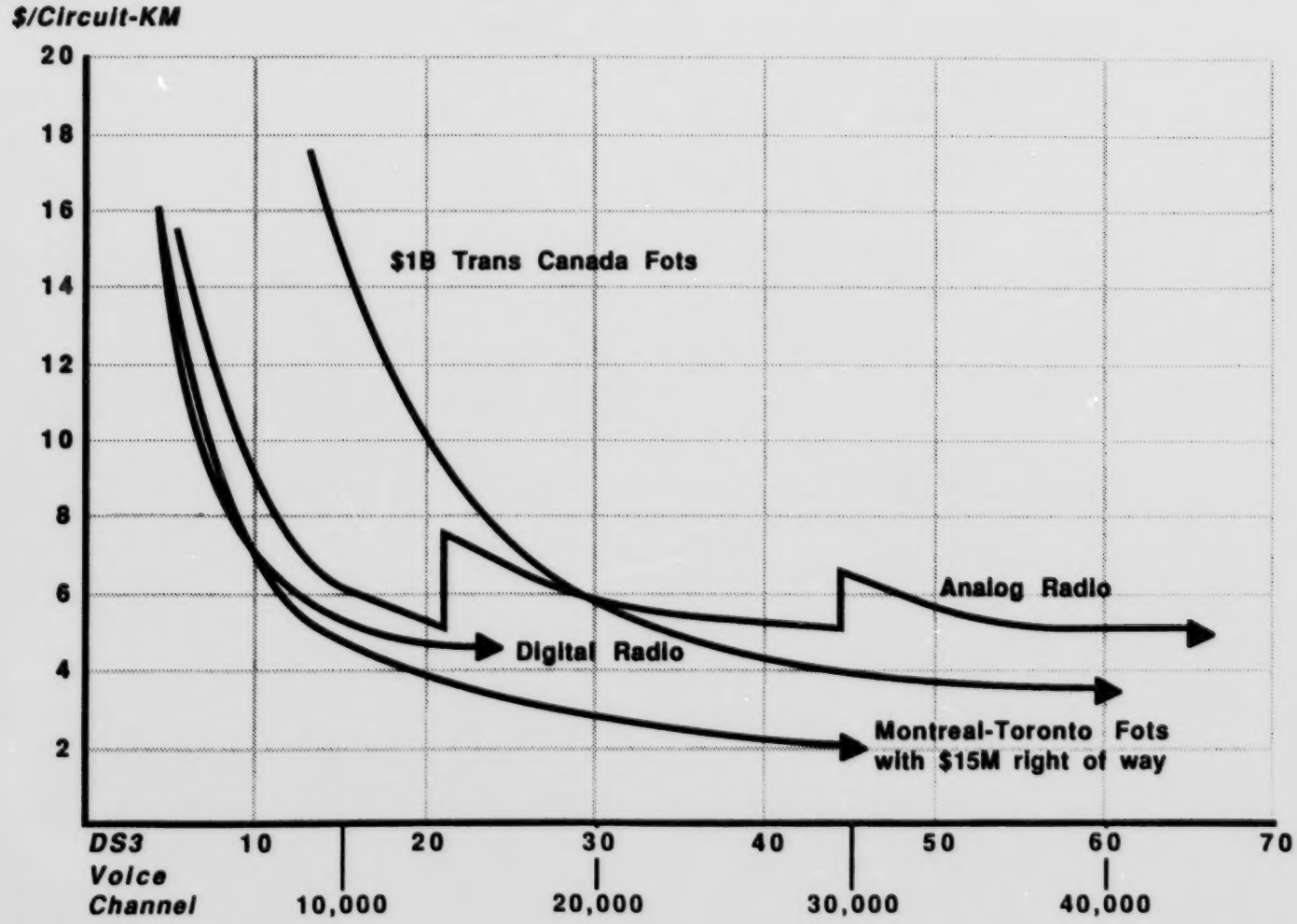
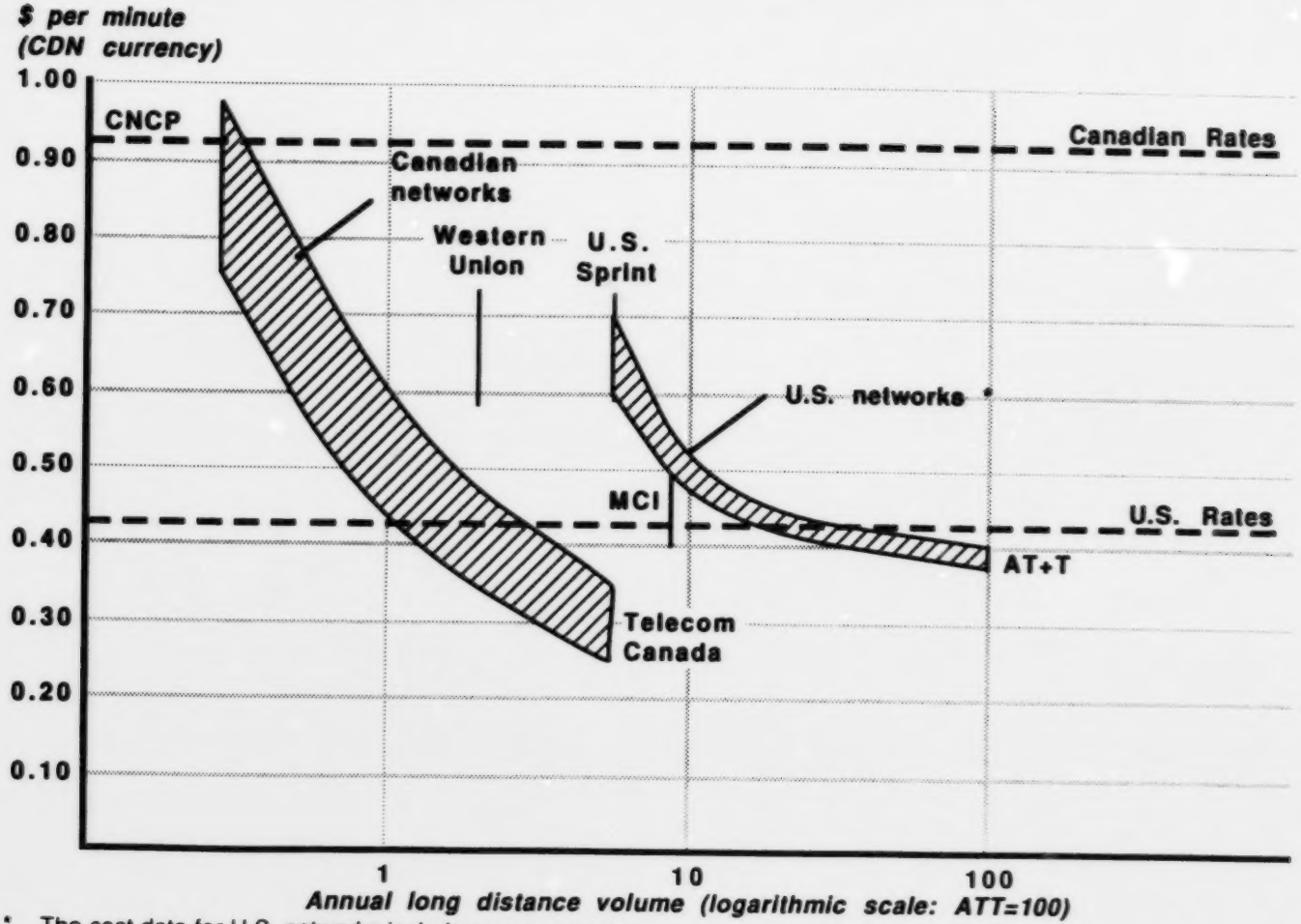


Exhibit A4

COMPETITIVE COST POSITION OF CANADIAN AND U.S. INTERCITY NETWORKS

FROM FINANCIAL RESULTS - CANADIAN CURRENCY *

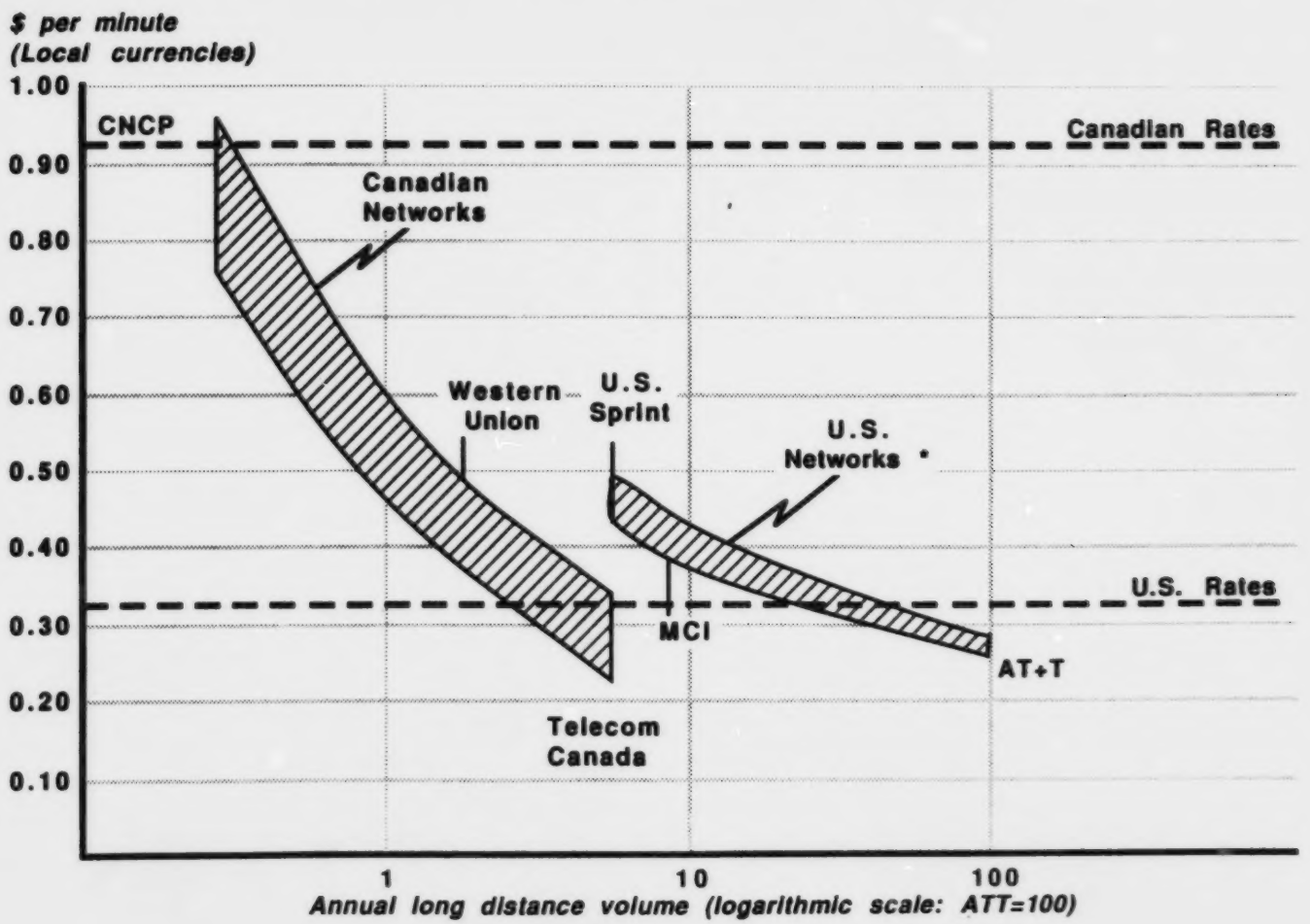


* The cost data for U.S. networks includes access charges

Exhibit A5

COMPETITIVE COST POSITION OF CANADIAN AND U.S. INTERCITY NETWORKS

FROM FINANCIAL RESULTS - LOCAL CURRENCIES



* The cost data for U.S. networks includes access charges

Exhibit A6

COMPETITIVE COST POSITION OF CANADIAN AND U.S. INTERCITY NETWORKS

FROM FINANCIAL RESULTS - LOCAL CURRENCIES

(excluding U.S. local access charges)

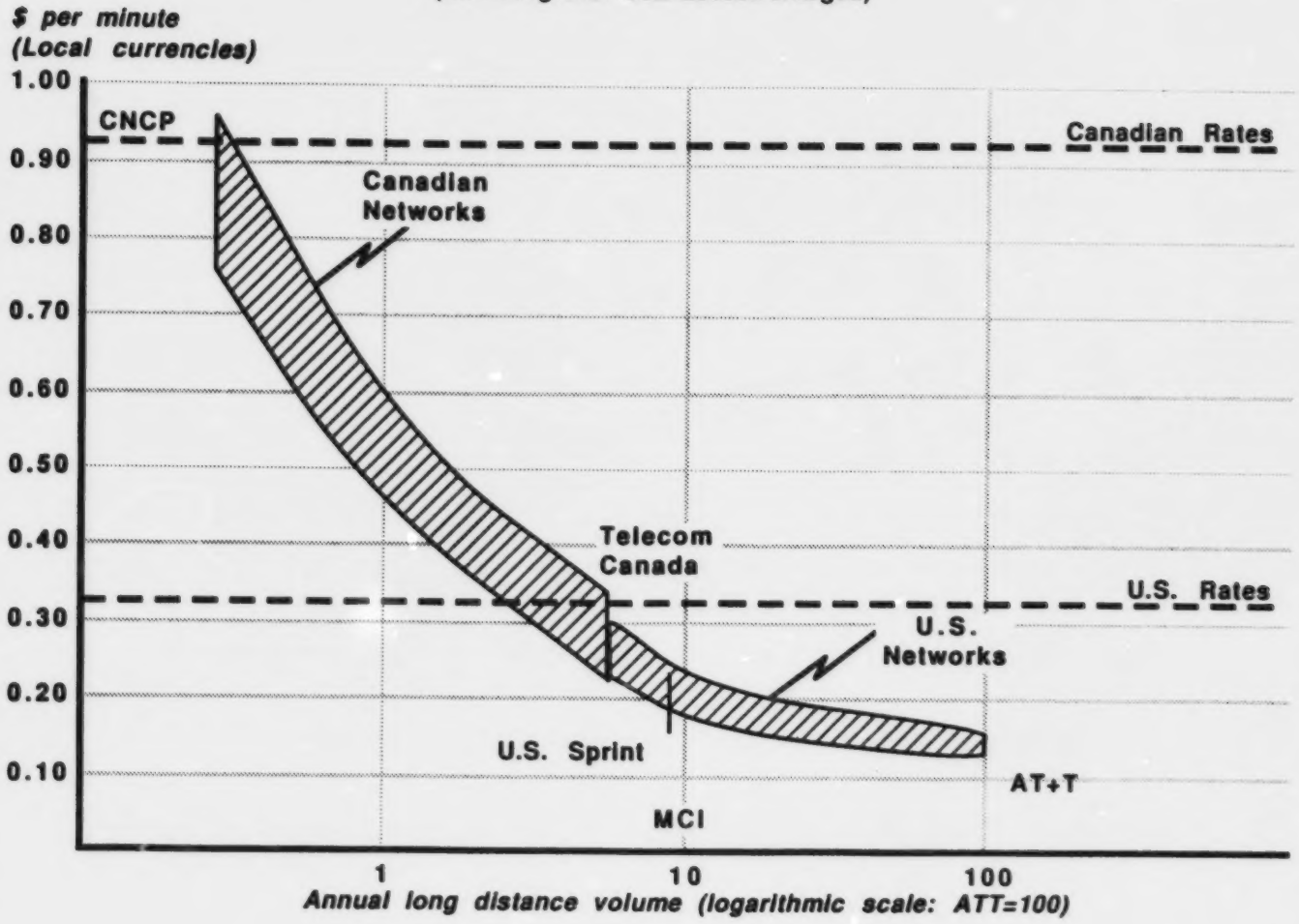
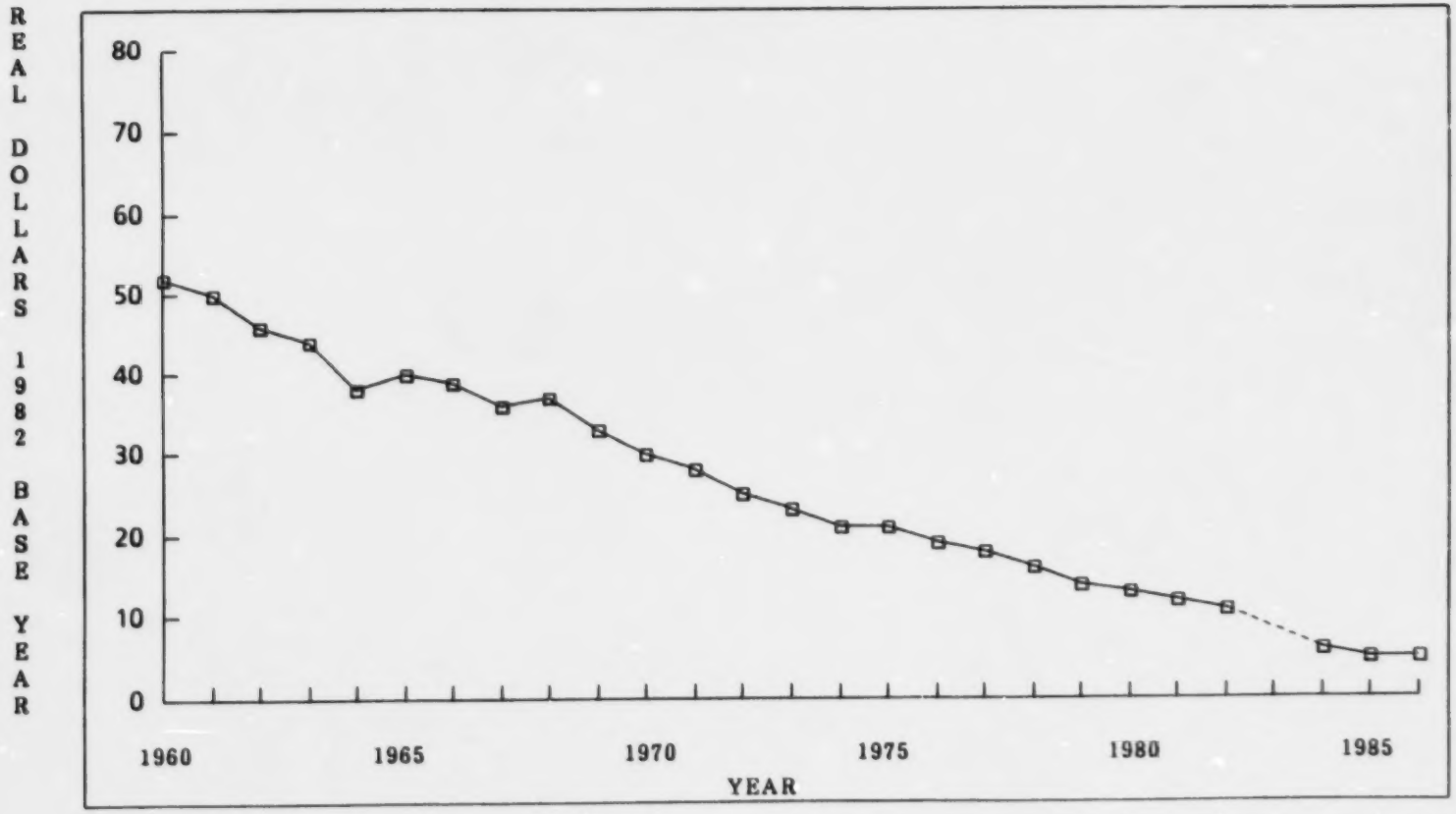


EXHIBIT A7

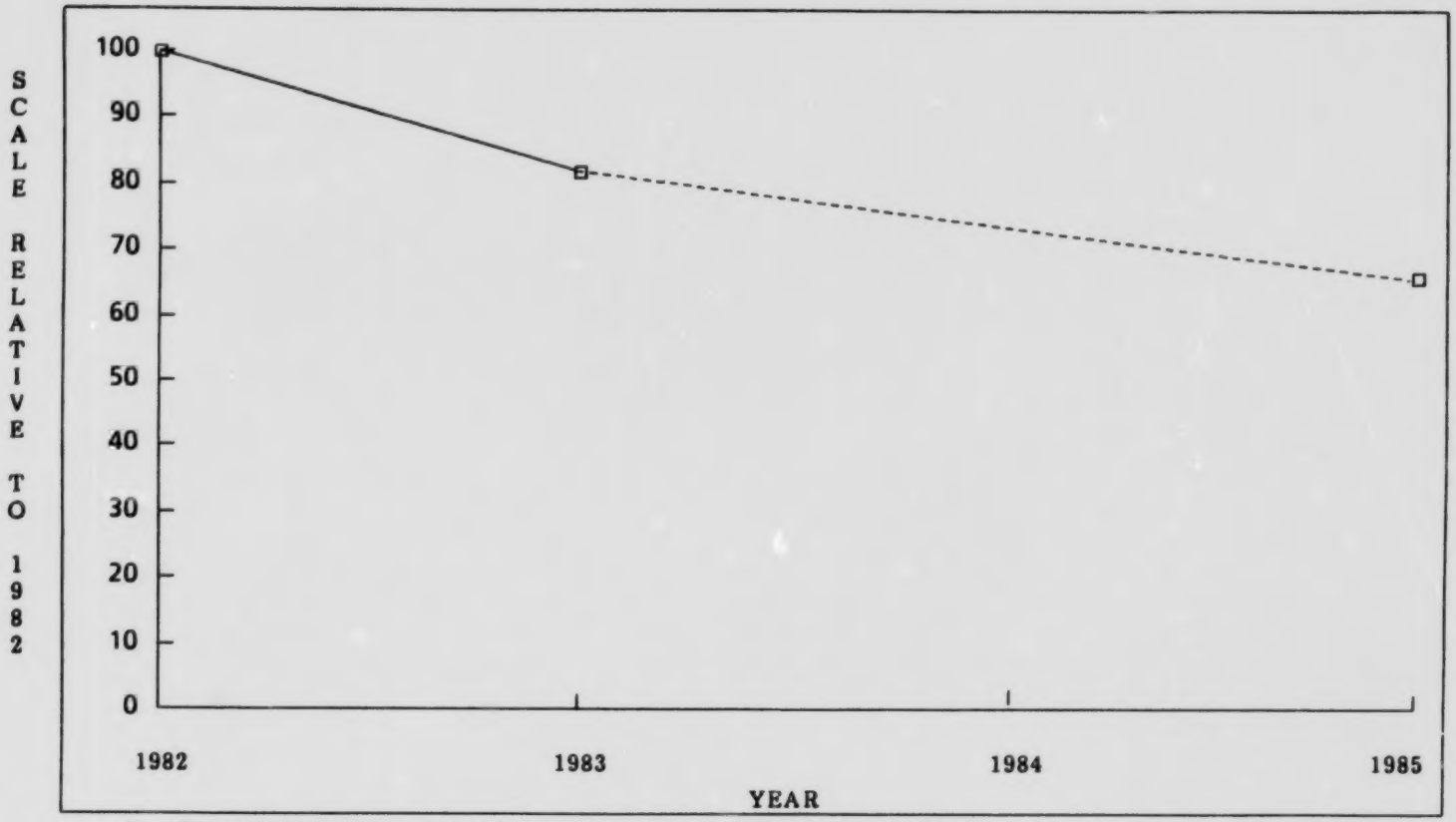
AVERAGE INVESTMENT
PER CIRCUIT (AT&T)
1960 TO 1986



------- Denotes extrapolated data

EXHIBIT A8

REAL MARGINAL COST PER DDD
LONG DISTANCE MESSAGE (BELL CANADA) *
1982 TO 1985



* The absolute magnitudes of these data are considered confidential.
The relative scale reflects real dollars (1981 base year).

------- Denotes extrapolated data

SUMMARY OF EMPIRICAL EVIDENCE

FEATURES	SUTDIES		
	DENNY-FUSS (1980)	CHRISTENSEN ET AL (1980)	DENNY ET AL (1980)
DATA SET	Bell Canada, 1952-72	AT&T, 1952-77	Bell Canada, 1952-76
OUTPUTS	Single aggregate output	Single aggregate output	Q1 = message toll Q2 = private line + WATS + TWX Q3 = local + miscellaneous
Aggregate Economies Scale	Strong	Strong	Strong
Economies of Scope	N/A*	N/A*	Not Reported
Economies of Scale in Long Distance	N/A*	N/A*	Not Reported

* Not applicable since product specific outputs were not estimated.

SUMMARY OF EMPIRICAL EVIDENCE

FEATURES	STUDIES		
	NADIRI-SHANKERMAN (1981)	FUSS-WAVERMAN (1981a)	FUSS-WAVERMAN (1981b)
DATA SET	AT&T, 1947-76	Bell Canada, 1952-75	Bell Canada, 1952-77
OUTPUTS	Single aggregate output	Q1 = message toll Q2 = private line + WATS + TWX + miscellaneous Q3 = local	Q1 = MTS + WATS Q2 = private line + TWX Q3 = local + miscellaneous
Aggregate Economies Scale	Strong	Weak	Not statistically reliable
Economies of Scope	N/A*	Zero	Negative
Economies of Scale in Long Distance	N/A*	Not reported	Not statistically reliable

* Not applicable since product specific outputs were not estimated.

SUMMARY OF EMPIRICAL EVIDENCE

FEATURES	STUDIES			
	KISS ET AL. (1983)	ALLEMAN (1985)	NADIRI-SHANKERMAN (1986)	BERNSTEIN (1987)
DATA SET	Bell Canada, 1952-78	GTE, not specified	AT&T, 1947-76	Bell Canada, 1952-79
OUTPUTS	Q1 = local + directory advertising + misc. Q2 = MTS + WATS Q3 = competitive toll	Q1 = Access Q2 = local Q3 = toll	Single aggregate output	Q1 = local Q2 = toll
Aggregate Economies Scale	Strong	Diseconomies	Strong	Strong
Economies of Scope	Weak	Weak	N/A*	Not Reported
Economies of Scale in Long Distance	Not statistically reliable	Strong	N/A*	Strong

* Not applicable since product specific outputs were not estimated.

SECTION I:
INTRODUCTION

MARCH 10, 1988

EFFECT OF CHANGING TECHNOLOGY ON THE STRUCTURE OF COSTS FOR THE PROVISION OF PUBLIC LONG DISTANCE TELEPHONE SERVICE

I. INTRODUCTION

Like every other industry, telecommunications has been profoundly affected by the technological revolution. For example, large portions of the telecommunications network have been digitalized and a major fiber optic system has been completed in the past five years. The next ten years will see even more changes through the introduction of Integrated Services Digital Network (ISDN).

New technologies have fundamentally changed the way telecommunications networks are designed, provisioned and maintained: fiber optic systems have different repeater requirements than copper systems; the traditional switching hierarchy will be replaced by a more flexible routing system; and sophisticated network management tools are becoming more prevalent.

In addition, these technologies have expanded the abilities of the telecommunications system to meet the needs of users. It is widely expected that the new services in the market reflect only a small portion of the services that will eventually be available. These new opportunities have been, in certain cases, the driving force for installing new facilities.

The incorporation of new technologies into the network has undoubtedly had an impact on the cost of providing long distance service. From a policy viewpoint it is essential to determine if the introduction of technologies has influenced the desirability of competition in the industry.

One rationale that has been used for limiting competition in the public long distance market is that the industry constitutes a natural monopoly - there are significant economies of scale and scope that can only be realized by having a single firm in the market. The focus of this study is to assess whether the technologies that are currently being employed and will be employed in the future create economies of scale and scope.

There is a substantial body of economic research into this issue. However, the empirical results have not provided the evidence needed to draw firm conclusions. This study employs four methodologies to address the issue, including:

* the Engineering Approach;

* the Financial Approach;

* the Cost Accounting Approach; and

* the Econometric Approach.

Each of these analytical techniques draws data from different sources to provide a balanced view of the issue. The shortcomings present in each approach, as documented in the relevant section, are offset by employing this multiple lines of evidence methodology. As a result, the study provides strong evidence about the impact that technologies have had and will have in the future on the presence of natural monopoly conditions for the public long distance market.

SECTION II:
THE THEORY OF NATURAL MONOPOLY

MARCH 10, 1988

SECTION II - THE THEORY OF NATURAL MONOPOLY

A. INTRODUCTION

A major issue in the formulation of public policy for the telecommunications industry, is whether or not the long distance segment exhibits the characteristics of natural monopoly. A monopoly occurs when a single producer can provide a service or product at least cost, relative to a more competitive market structure. When the largest producer in an industry maintains a cost-based price, which is sufficiently low that it drives other, higher-cost producers out of the market, a "natural" monopoly is said to exist.

The central issue to be examined in this study is whether the provision of long distance telecommunications is a natural monopoly, and that a single interactive-interdependent communications network is the most cost efficient means for providing long distance telecommunications services.

In order to explore the issue of increased competition in the telecommunications industry, it is necessary to understand and clarify the economic and technological basis underlying a natural monopoly. Therefore, this section of the report presents the economic theory and concepts of a natural monopoly and related issues are explored as they apply to the provision of long distance service.

B. NATURAL MONOPOLY: A THEORETICAL FRAMEWORK

In economic theory, a natural monopoly has been said to exist if a firm realizes economies of scale or economies of scope over its market demand. More recently, the notion of subadditivity has been proposed as the correct definition of a natural monopoly. A theoretical discussion of economies of scale and scope and the concept of subadditivity follows.

1. Economies of Scale

a. Definition

Economies of scale can be expressed in two ways; in terms of physical production, or, with respect to cost levels. The view that economists take in describing economies of scale can be stated as follows: economies of scale are said to exist when an increase in the real volume of inputs leads to a more than commensurate increase in output.

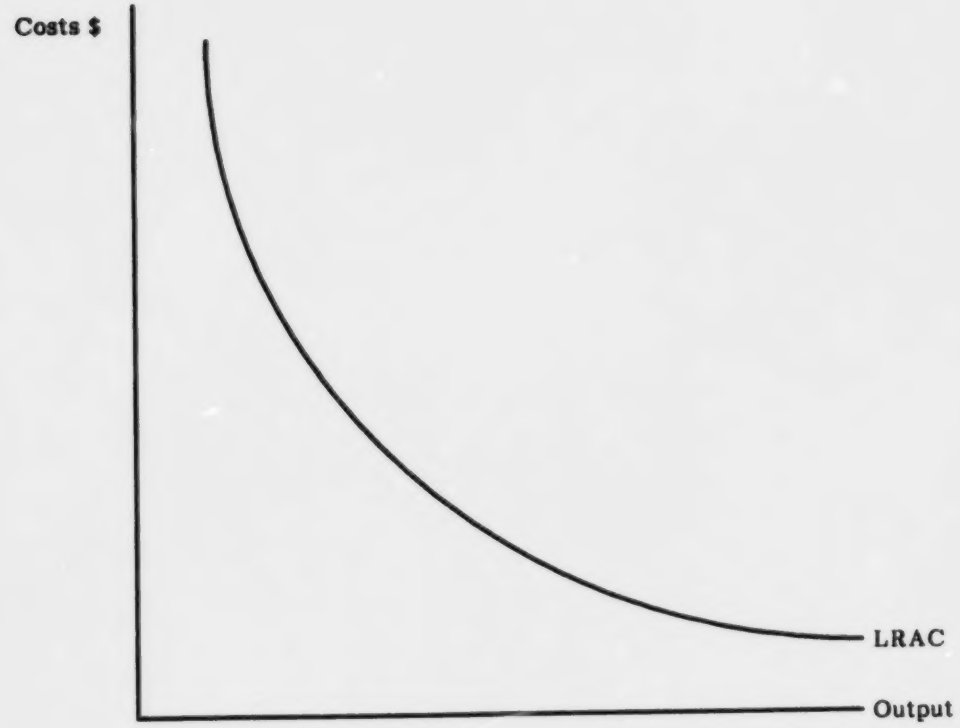
In cost terms, economies of scale are said to exist if an increase in the level of production is accompanied by a less than proportional increase in unit costs. The long run average costs (LRAC) fall continuously over the range of industry output and are not exhausted by total market sales. This is shown graphically in Figure 1.

When scale economies are present it follows that one producer, ideally the financially strongest or the best managed, should be able to drive out competitors by pricing on a per unit cost basis.

b. Sources of Economies of Scale

Economies of scale can be derived from either the plant level or from the firm level. Plant level economies of scale are realized by the interaction of capital, labour, energy, and materials in the production process. In effect, labour specialization and unavoidable indivisibilities in the production process arising from physical constraints lead to economies of scale being created and preserved at the plant level.

FIGURE 1 - NATURAL MONOPOLY



Economies of scale derived at the firm level are predominantly organization related. For example, management may derive substantial cost reductions from large scale financing or advertising promotions that would otherwise not exist at the plant level. An extension of the declining per unit cost discussion embodied in economies of scale is a parallel argument concerning economies of scope.

The potential benefits of a natural monopoly, as compared to a competitive market structure, are illustrated graphically in Figures 2 and 3, under the assumption that economies of scale do not exist. As illustrated, the minimum cost output condition for the competitive firm does not differ from the monopolist's. When no cost disadvantages exist for small scale production, competition serves to produce substantially more goods at a lower price.

It is, however, unrealistic to assume that cost conditions are similar for both the competitive and monopolist market structure. Introducing economies of scale into the production process reduces per unit costs.

Figure 4 depicts the natural monopoly case. The long run average cost curve (LRAC) declines continuously as output increases due to economies of scale. Thus, in a natural monopoly, the firm with the largest production operates with the lowest cost per unit, corresponding to production of QA.

The firm can use this cost advantage to lower prices and drive competitors with higher costs with output levels of less than QA, e.g., QB and QC, out of the market. Moreover, the absolute size of the market may be limited,

FIGURE 2 - COMPETITION

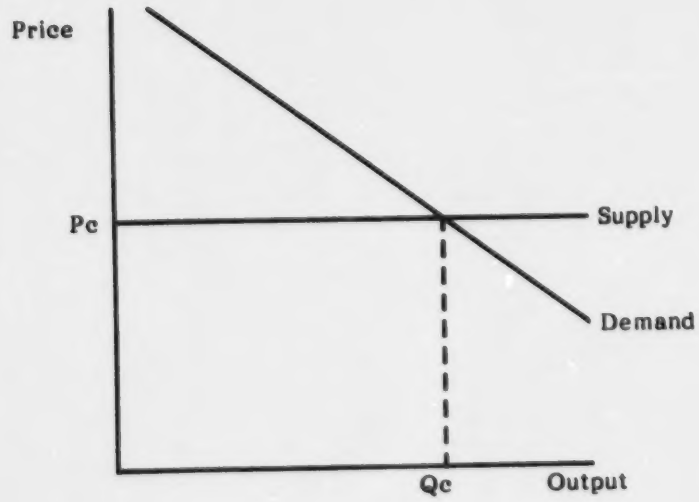


FIGURE 3 - MONOPOLY

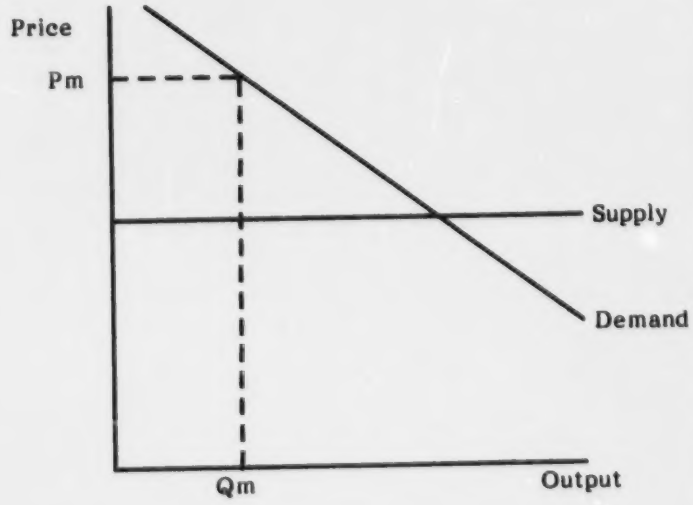
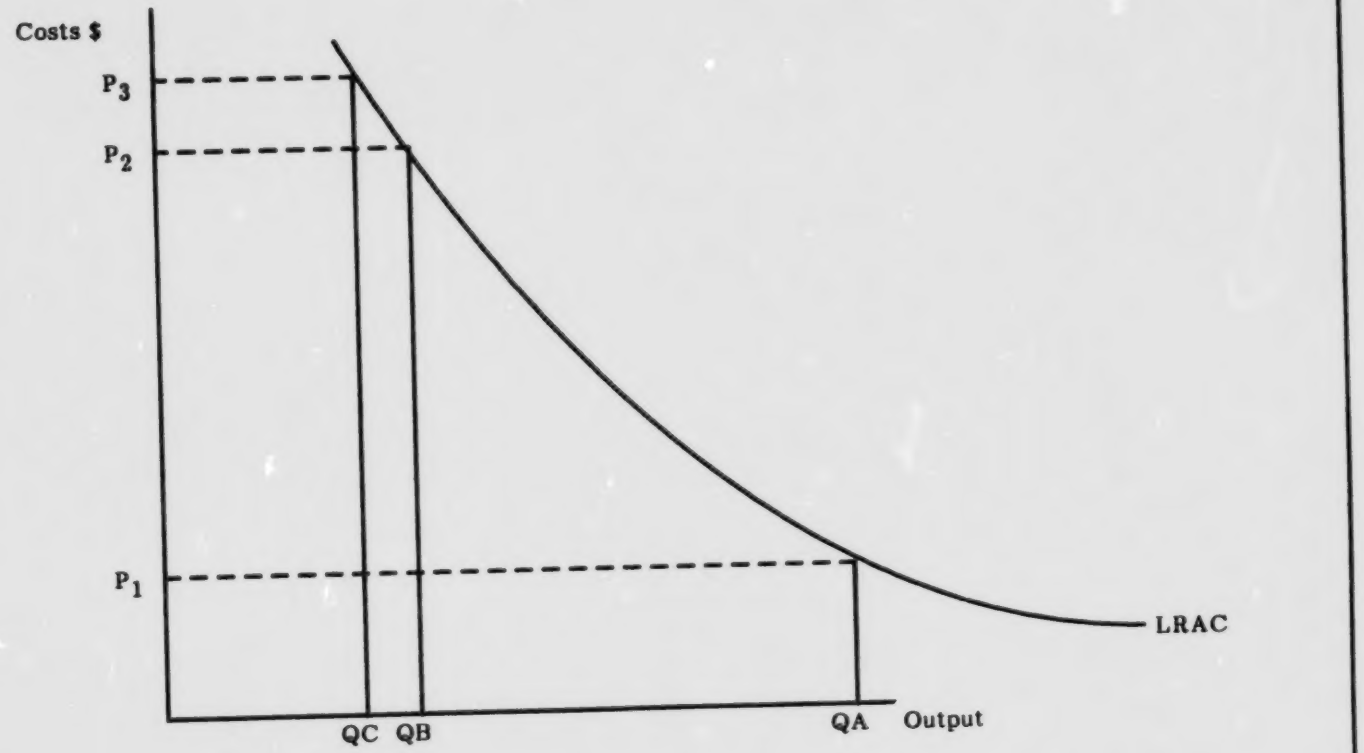


FIGURE 4 - THE CASE OF THE NATURAL MONOPOLY



or growing slowly, as is the case in long distance telecommunications, and the smaller competitors can never increase production to a level where they can take advantage of the scale economies which firm A has.

As a result the firm may carry the additional costs of unused capacity and not achieve the theoretical minimum level of costs.

c. **Measurement**

Quantitative estimates of economies of scale can be developed by measuring scale elasticity. This is the ratio of the percentage change in output to the percentage change in all inputs. A ratio greater than 1.0 indicates economies of scale. An alternate method is to measure cost/output elasticity, the inverse of scale elasticity. This is the ratio of the percentage change in costs to the percentage change in output. A number less than 1.0 using this method would indicate the existence of scale economies.

2. <u>Economies of Scope</u>

a. **Definition**

Economies of scope are said to exist when the production of a combination of two or more distinct services within a single firm results in lower costs than would be found if the production of each service were provided separately by individual firms.

b. **Sources of Economies of Scope**

The source of this cost reduction is a direct result of the sharing of the firm's production facilities (i.e. a joint production function). In the telecommunications industry for example, the provision of both data and voice communications in a long distance telephone service is an economy of scope, since they employ common capital equipment and labour.

c. **Measurement**

Economies of scope, or joint production economies can be measured as the negative elasticity of substitution. This is the ratio of the percentage change in output to the percentage change in price. Its measurement is complicated due to the availability of cost data due to joint production. Moreover, in a recent article, Anderson and Thursby (The Review of Economics and Statistics, 1986) caution against the strict interpretation of single point estimates and recommend finer disaggregation of data allowing for a larger number of confidence intervals. This is still limited due to data availability.

3. <u>Subaddivity Definition of Natural Monopoly</u>

Researchers noted that economies of scale are a necessary, but not a sufficient condition on their own for a natural monopoly in telecommunications. The existence of economies of scope is also required. These need not exceed the economies of scale, but must be smaller than, or offset by the scale economies.

The concept of subadditivity has recently been developed as a more generalized test for establishing whether or not an industry is a natural monopoly. Cost subadditivity means that

the cost of producing a combination of products or services within a single firm, is less than the cost of producing any combination of these goods or services by more than one firm. The measurement of subaddivity is complicated by the assignment of fixed or common costs to multiple products. One approach is to examine the incremental costs associated with a given level of output. The incremental costs of the particular product or service are those which would no longer exist if production does not take place.

C. OTHER FACTORS

Several inter-related factors which contribute to the existence of a natural monopoly, are relevant in this examination of long distance telecommunications services. These include:

* economies of fill;

* geographic impacts; and

* capital costs as a barrier to entry.

1. Economies of Fill

Figure 4 illustrates the existence of a natural monopoly based on economies of scale. With output at QB to meet market needs, scale economies have not been exhausted since adequate levels of capacity usage (i.e., economies of fill) have not been reached. Further cost reductions could theoretically be achieved by additional increases in production .

Should the telecommunications firm install sufficient capacity to increase output beyond QB it would take advantage of the scale economies and exhaust declining marginal costs, assuming

perhaps, that the market will grow to demand the optional level of output.

2. Geographic Impacts

A corollary to the unexhausted declining marginal cost argument is the impact of geography on the natural monopoly condition. For the telecommunications industry a cost minimizing transmission-distribution network must be scaled to fit the usage of the particular customer locations that it services. The distinctive location-specific markets in Canada may limit the opportunities to fully exploit the opportunities of scale associated with particular technologies. As a result, the firm may carry the additional costs of unused capacity and not achieve the theoretical minimum level of costs.

3. Barriers to Entry

The costs associated with both the initial and sustained capital investment requirements can effectively serve as barriers to entry and thus lead to the existence of a natural monopoly. While initial capital costs for a long distance service are very high, they are reinforced by the need for a high level of continued investment due to the speed and rate of redundancy arising from technological change.

D. TESTING FOR NATURAL MONOPOLY

Testing for the presence of a natural monopoly structure has been a challenging endeavour for economists. The ability to identify economies of scale and scope from cost function has been hampered by the presence of other sources of cost data variation.

As discussed in C.3., economies of fill play an important role in effecting the average unit cost of production. Another important

source of cost variation is pure efficiency improvements introduced by new technologies. Efficiency gains are not indicative of a natural monopoly industry structure. They simply indicate that the marginal cost of production is smaller for the new technology over the entire production range.

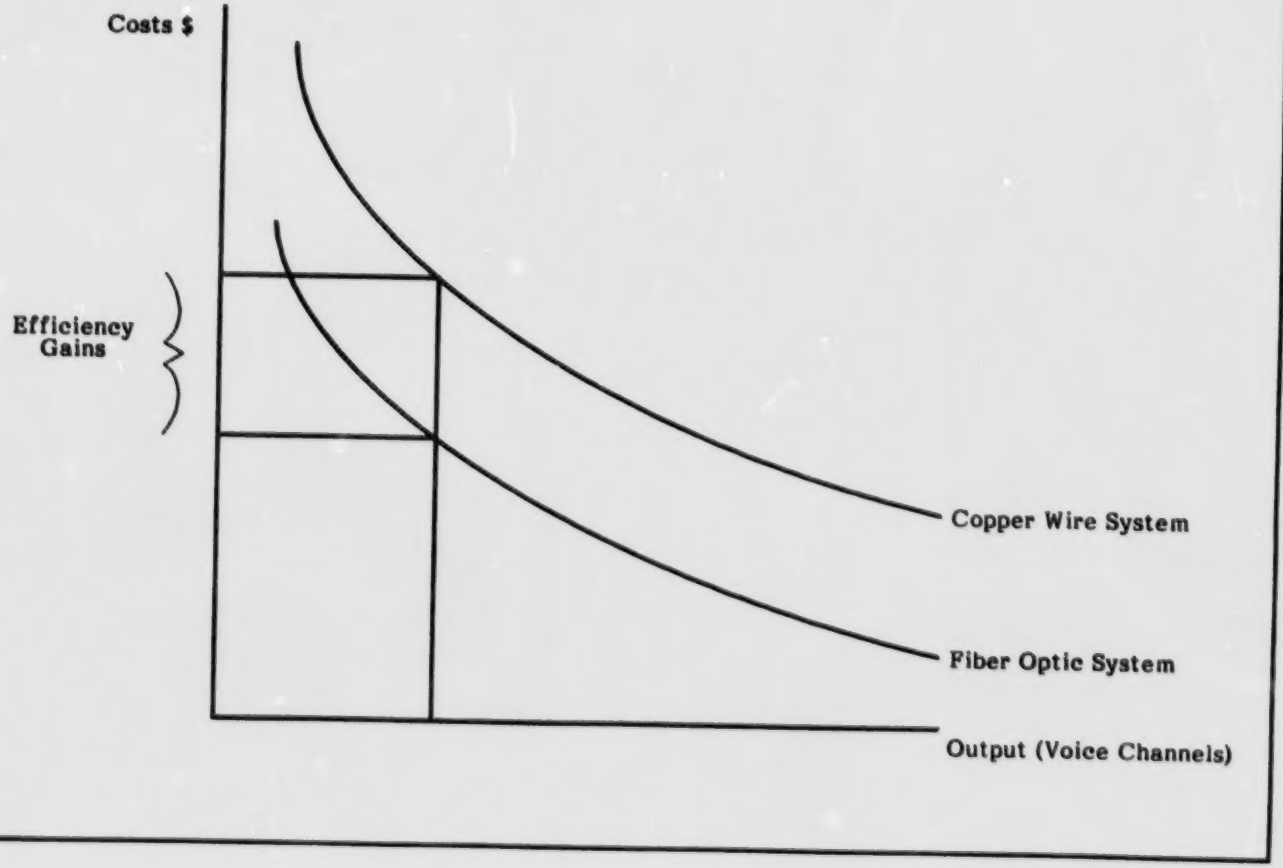
For example, Figure 5 shows cost curves drawn for fiber optics and copper wire. The marginal cost of a voice channel on fiber optics is lower than on copper wire because the copper system requires more repeaters. This represents an efficiency gain only, and not economies of scale or scope.

Researchers have had problems constructing econometric models that accurately separate out the influence of economies of scale and scope from the other sources of cost data variation. As detailed in Section VI, there is no conclusive econometric evidence on the existence of economies of scale and economies of scope in the provision of long distance service. However, other methodologies can be brought to bear on the problem.

An engineering approach, that considers the physical properties of the inputs, is useful since economies of scale and scope are characteristics of the production process. This methodology, though, presents evidence of route specific (plant level) economies of scale only. Data on firm level economies are not available through this methodology.

A financial approach explicitly examines the characteristics of the market and the ability of the firm to recover its costs. This evidence indicates whether there may be cost advantages that are available to larger firms and, as such, would give an indication of the firm level economies of scale. However, the methodology is unable to distinguish the economies of scale, economies of scope and economies of fill.

FIGURE 5 - EFFECT OF TECHNOLOGICAL CHANGE ON EFFICIENCY



A cost accounting approach, that employs regulatory costing data, gives firm level information on the trends in the unit cost of providing long distance service. This method accounts for the fill economies that may be present, however it cannot distinguish between economies of scale and scope and the efficiencies introduced by technologies.

These four approaches each have shortcomings, limiting their ability of answer the issue independently. However, when combined they provide a reputable body of evidence from which strong conclusions can be drawn. Summaries of the abilities of the approaches to identify cost function impacts and the usefulness and limitations of each approach are presented in Figures 6 and 7.

E. CONCLUSIONS

A natural monopoly is defined in terms of economies of scale and scope only. However, these are but two of the factors that potentially cause the cost of production to decline.

Econometric researchers into the natural monopoly structure of the long distance market have had difficulty distinguishing between the various impacts on the cost function. Therefore, we have adopted a multiple lines of evidence approach in this study to provide the data needed to determine the presence of economies of scale and scope in the provision of long distance.

Figure 6

ABILITY OF OUR APPROACHES TO DISTINGUISH BETWEEN SOURCES OF COST FUNCTION VARIATION

Source of Cost Function Variation	Analytical Approach			
	Engineering	Financial	Cost Accounting	Econometric
Economies of Scale	✓			✓
Economies of Scope	✓			✓
Technological Change	✓	✓		✓
Economies of Fill	✓		✓	✓
Reliability of Results	Excellent	Good	Good	Poor

Figure 7

USEFULNESS AND LIMITATIONS OF OUR FOUR APPROACHES

	DESCRIPTION	USEFULNESS	LIMITATIONS
ENGINEERING	o Examines investment cost per circuit kilometer for different technologies.	o Focuses on physical parameters, therefore distinguishes between all sources of variation in the cost functions. o Accounts for present and future technological evolution. o Excellent reliability of results.	o Based on engineering costs (vs. company operating date). o Based on plant level data only (not firm level).
FINANCIAL	o Examines financial performance of long distance operations for different companies.	o Makes comparisons of intercorporate results in a single year, therefore is not impacted by technological change. o Good reliability of results.	o Does not distinguish between economies of scale, scope and fill. o Does not distinguish between differences in technologies employed by each firm. o Cannot predict impact of future techniques.
COST ACCOUNTING	o Examines trends in cost per circuit mile/per message over time.	o Brings historical perspective. o Specifically accounts for the role of fill. o Average reliability of results.	o Does not distinguish between size of impact of economies of scale, scope and technological change. o Cannot predict impact of future technologies.
ECONOMETRIC	o Empirical estimation of the firm's cost function using historical data.	o Provides the link to theoretical economics.	o Disaggregated data is not reliable enough to estimate economies of scale/scope for individual products (i.e., long distance. o Cannot predict impact of future technologies. o Poor reliability of results.

SECTION III:
THE EVIDENCE - THE ENGINEERING APPROACH

MARCH 10, 1988

III. THE EVIDENCE: ENGINEERING, EQUIPMENT AND OPERATIONS

A. INTRODUCTION

Analysis of Engineering information is an ideal tool for detecting the presence of economies of scale and scope - the conditions that characterize a natural monopoly. This data focuses only on the physical parameters that underlie the cost function, hence the potential for economies of scale and scope can be determined separately for each technology. The cost of the equipment needed for long distance telecommunication enters the cost of providing services through the depreciation accounts. The sums usually associated with equipment actually include equipment purchase, facilities engineering and installation costs. Additionally, there are maintenance expenses. These expenses are due to equipment purchased for replacement, and technician costs.

The annual sum of these costs in constant dollars per working channel end has dropped steadily for several decades. One of the reasons for this is simply that the number of channel ends has increased dramatically and certain fixed costs have therefore been spread over a larger base. However, we observe another important trend. As technologies have evolved, cost effective system architectures have increasingly favoured large systems. The getting started costs for long distance equipment transmission and switching systems have not dropped in current dollars (and have risen when engineering and civil works costs are included) while the ultimate systems sizes have been increasing. This section of the report explains the technology basis behind these trends.

B. EQUIPMENT OVERVIEW

The earlier long distance transmission systems were pairs of open wire. Switching was accomplished by the telephone operator using plugs and jacks. It is easy to see that the equipment cost per working channel end was almost independent of the total number of channels installed. The costs common to several channels were only the right of way and the telephone poles. Two pairs of wire (one pair for each direction) the associated amplifiers and terminations all had to be purchased and installed on a per channel basis.

Evolving electronic technologies soon permitted the combining of several voice channels on two pairs of wires by using various techniques known generically as "multiplexing". Obviously, because of the investment in the electronics required to do the multiplexing and in the increased costs of the more complex amplifiers along the way, the cost of the first working channel in a newly installed multiplexed system exceeded by far the cost of a single voice channel installed without a multiplex. However, by the time the multiplexor reached its capacity (at 12 channels on early systems) the cost per working channel with 12 channels working was considerably less than the cost of deriving 12 individual channels each on its own two pairs of wire.

With the introduction of common control techniques to switching machine design the same phenomena occurred. Common control switching brought with it several features such as easy expansion, flexible translation of dialed numbers and alternate routing capabilities. These features cost money, but were technically impossible using earlier machine designs. These features were absolutely essential to the efficient provision of direct distance dialing.

In the early 1960's, digital transmission systems were introduced for voice traffic. The reasons were mainly economic. The falling costs of transistors and their improving operating characteristics under temperature extremes (required for pole mounted electronic repeaters) allowed the complex circuits of the digital encoders and decoders to be built economically. The repeaters could handle 24 channels per pair of wires. The repeaters were much simpler circuits than were the analog amplifiers which they replaced but the system required one repeater for each mile of circuit length. The digital signals had to be reconverted to analog voice at each switching interface.

With the advent of central office digital switching in the late 1970's, the 24 channel digital stream could be fed directly into a digital switch without conversion at the interface. When the outgoing transmission link was digital, the outgoing link could also interface the switch on a 24 channel basis without conversion to analog format. This provided large savings in the costs of interfacing switching and transmission systems and blurred the technical boundaries between these systems which heretofore had been quite clear both for technical and cost purposes.

Until recently, the quality of long distance voice transmission left much to be desired. Aside from the issues of limited fidelity and background noise all analog transmission systems require that the signal level (volume) decrease with distance travelled. This is required to ensure the stability of the transmission system ie. ensure that the circuit will not howl as a public address system does occasionally. Digital transmission systems have no such constraint. They are also able to virtually eliminate background noise and can be more readily designed to fill the available transmission spectrum with voice signals.

Low bit rate data is now often transmitted over the voice network using modems. These modems turn the data into tones which switching and transmission equipment in the long distance network cannot distinguish from voice traffic. However, while the human ear is quite forgiving when it picks up the occasional click or crackle on a long distance call, the same interference jumbles data transmissions. Today, data transmitted on the long distance network via modems experiences a relatively high error rate. Typically, systems which transmit data use error detection techniques and simply call for the re-transmission of data when errors are detected.

The extent to which the long distance voice network is used for low speed data is not accurately known. Data circuits support not only computers and computer terminals but also a rapidly growing base of facsimile machines. We estimate that there are 175,000 analog modems in service in Canada versus ten million phone lines.

What is accurately known is the amount of data which is transmitted in digital format on the newly installed packet switching networks. At this point in time with about 40,000 ports installed, the total amount of data shipped in this format is very small compared to voice traffic. It might be noted that a modern digital switch has a throughput of 5 gigabits per second whereas a modern X.25 switch handles an order of magnitude less.[1] There are thousands of voice switches in use in North America, but there are only about 70 of the X.25 data switches in service in Canada today. These switches are connected on intercity routes using only a few dozen digital links operating at 56 kilobits per second i.e. circuits roughly equivalent to one voice channel each. It is safe to conclude that data transmissions in total account for a small fraction of the long distance traffic today. However, the annual rate of growth in the number of data ports far exceeds the rate of growth for telephone sets.

This report now examines the major technologies associated with provision of long distance service namely switching, microwave radio, fiber optics transmission systems and satellite systems.

1. Switching

Modern long distance switching machines designed primarily to carry voice traffic in digital format are centrally controlled by a pair of powerful computers. Recent evolution of this design has added a cadre of microprocessors distributed throughout the machine'sarchitecture. The result has been very large ultimate switching capacity and the lowering of the cost per termination at large sizes. A digital toll switch to handle 1,000 incoming voice channels costs about $3M today or $3,000 per voice channel. However at 20,000 incoming channels, prices are closer to $350 per channel i.e. there are very large economies of scale. Future designs are likely to follow this trend by providing still further distribution of the control functions.[1]

It is important to remember that most switching machines are connected to many transmission systems so that the economies of scale in switching relate to the total traffic flow rather than to the route dependant flow from the transmission systems. Since toll switching centers of any reasonable size are manned around the clock and the minimal manning level is site oriented rather than machine oriented, there are further economies of scale for large sites. The average manning required for toll digital switchers is a factor of two to three less than that required for a large analog switching machine e.g. the 4A machine of the 1950's.

Modern digital switching machines save a lot of floor space. They occupy as little as 20% of the floor space required by their electromechanical predecessors.

Modern switches designed to handle the switching of long distance data do so in packet format. The peripheral circuits on these switches gather digital data (which may have been transmitted by analog modems in the local network) into packets of specified length. The switch then affixes addressing information and re-transmits the packet in the direction of its destination at high speed. Thus, data from several low speed terminals can be interleaved in packets on high speed transmission facilities as the packets are presented by the peripheral circuits. There is obviously delay encountered as the slow speed incoming messages are packetized and held until a slot is available for dispatch on the high speed outgoing link. At today's speeds, this delay makes packet switching unattractive for most voice applications, but ideal for interfacing relatively low speed terminals to high speed computers. Today's packet switches will not handle high speed customer circuits.

By the mid '90's it seems likely that further distribution of the intelligence in digital switch designs and the reducing cost of high speed microprocessors will result in the design of a switch which could economically handle both packetized data and digitized voice in the same network.[1]

Such a machine, which would be known as either a "fast packet" or a "fast circuit" switch will be relatively expensive at small sizes but will offer significant economies of scale and flexibility in marketing and management at the larger sizes. The

same switch could offer a wide spectrum of transmission speeds and service features to a client with little effort in the physical rearrangements of client circuits. This demonstrates economies of scope.

There is yet a third type of switch now emerging in the digital network. This machine is designed to flexibly interconnect digital transmission systems with each other and with switching machines. Its ports operate at 1.5 megabits per second or at 45 megabits per second. It switches relatively infrequently and may leave connections in place for several months or for at least several hours. This design is known as the "Digital Cross-Connect System" or as the "slow switch". The installation of such a switch increases the cost effectiveness of a large telecommunication user or carrier by allowing the reconfiguration and re-use of transmission facilities at different times of the day without physical rearrangement. The system also permits the rapid rearrangement of a telecommunication network if links go out of service thus reducing the physical redundancy needed for any given degree of survivability.

The future of real optical switching is quite uncertain.[1] Foreseeable optical crosspoints do not perform particularly well and sizeable gains can be made using straight-forward extensions of the current electronic technologies used in today's digital switching machines.

2. Microwave Radio

This is a maturing technology. With the exception of some extensions to existing routes, microwave radio being installed

today is in digital format. A full microwave radio system with 11 radio channels can handle approximately 13,000 analog voice channels in the 6 gigahertz band using standard equipment. Up to twice this number can be accommodated by using complicated equipment such as single sideband radio, but these systems are not popular. In the 8 gigahertz band, just under 15,000 channels can be obtained on digital radio, but space diversity antenna systems have to be installed on most microwave hops in order to reduce the probability of system outages due to weather-induced fading. In the 11 gigahertz band, the same capacity is available but the transmitter spacings required to get acceptable performance against weather-induced fading is uneconomical for most applications. The capacity limit is primarily dictated by the 40 megahertz bandwidth available in the radio spectrum for use by these systems.

During the past 15 years radio system designers have put much effort into improving radio modulation schemes so they can improve the number of bits per second which can be transmitted in an assigned bandwidth (40 megahertz). Today, more complexity is being met with diminishing returns.[7] By complicating the radio modulation from the present 64QAM scheme to 256QAM (the next logical step) the capacity of 8 GHz digital radio might be improved from 15,000 voice channels to 20,000 channels. Except in the most inhospitable terrain, a fiber optic cable could provide an attractive alternative at this system size. This situation is typical of technologies which are reaching their limits.

3. Fiber Optics Systems

Fiber optic systems are still in the early stages of development. Today, 565 megabits per second can be transmitted on each fibre in commercially available systems. In the laboratories we find systems operating at 4 gegabits per second on each fiber. Beyond this, wave division multiplexing is a possibility. Using this technique 10 wavelengths of light can be mixed on a single fiber. The current experimental limit yields a single fiber total of 20 gigabits per second using wavedivision multiplex techniques.[1] This limit for a single fibre is in simple spectrum terms 500 times greater than that available in a 40 megahertz radio channel. Almost any number of fibers can be built into a single cable.

It is expected that by 1990 a 2 gigabit per second system will be available for commercial application.[1] In such a system, a 36 fiber cable has a two way capacity of at least 500,000 phone conversations. Obviously, these numbers eclipse anything that can be offered by microwave radio. About 20,000 miles of fiber optic cables have been installed in the backbone network in the U.S.A. and a further 40,000 miles are planned.[5] These systems tend to ring the U.S.A. following routes which make installation easy. Most transmission routes across the Rocky Mountains use microwave radio because of low traffic density and the difficulty of placing cables.

All of the systems just mentioned assume that the currently crude "on/off modulation" is used. This on/off modulation is equivalent to telegraph systems in that the extremely high bit

rates are accomplished by sending flashes of light at those speeds through the fiber optic cables. Heterodyne techniques have been demonstrated in the laboratory. Reception using these techniques - techniques which have been used for many years in radio - will vastly expand the bandwidth available from existing fibers. The problems to be overcome before introducing heterodyne operation are non-trivial. Essentially, the problem is the frequency stability of laser sources. However, it seems certain that the difficulties can be overcome before there is any need for the capacities which these systems could offer. The capabilities of the current crude techniques presently far exceed user demands.

4. Satellite Communication

There are about 100 geostationary satellites in service today and another 50 or so are currently being planned.[6] However, theirpopularity with communication network planners is dropping quickly. Today, satellite circuits are most attractive to those who want to bypass the common carriers. The issue could well be more a question of current pricing practices than the basic cost issues.

Satellite circuits are marginally acceptable for voice traffic because of the delay inherent in transmission to and from 22,300 mile high orbits. Furthermore, the data error performance of satellite the circuits is marginally acceptable.

The original telecommunication satellite designs operated in the 4-6 gigahertz band thereby inviting interference from

terresterial systems which operate in the same bands. Today, it is difficult to operate satellite receivers in the 4-6 gigahertz band in large urban regions because of terresterial interference. Often, the receiving antennas have to be placed outside urban areas and the signal has to be brought to its urban user by cable or terresterial microwave link.

More recently, satellites operating in the 12-14 gigahertz band have been placed into service. This higher frequency is attractive because it permits the use of a relatively small antenna (1-2 metres)[6], but the higher frequency systems are prone to weather induced outages during heavy rainstorms.

All of the foregoing points to a dim future for satellite technologies in the long distance telecommunications arena for urban service. This technology will be useful for one way broadcasting and for providing two way service to remote areas.

5. Major New Demands

We now turn to the new demands for long distance communication services which might be induced by new technology in the users hands. We will briefly consider ISDN, the picture phone and HDTV (High Definition Television).

ISDN is an evolving international standard for the combination of digitized voice and digtized data channels.[4] Basic Rate ISDN delivers 144 kilobits per second to the user. This is not much more than double the 64 kilobits per second transmitted today for a single voice channel. The Primary Rate ISDN will deliver 1.5

megabits per second to the user. This rate is well below what is needed to deliver a television picture and yet it is many times in excess of the rate required to deliver data screens to computer terminals. The point is, that over the next 10 years only a few businesses and virtually no residences will require primary rate ISDN unless the user is himself subdividing the bandwidth for his own use or for resale. The point is that primary ISDN is more a commercial packaging, regulation and pricing issue than it is a basic user demand. As for basic rate ISDN, we would expect it to be used primarily in the business environment in the coming 10 years.[2]

The basic ideas that voice and data should be integrated in the network (to impove the economies of scope) and to the end user (to provide new services) are valid. Early international standards for ISDN describe the technical methods for achieving integration for the user. If competing service networks are willing to adopt these standards and upgrade as the standards evolve, transparency to the end user is assured and there should be minimal cost penalties over the case of a single provider. Any cost penalties arise from reduced economies of scale. If competing service providers are slow to adopt international standards, then they will seriously slow the acceptance of new features by the user public.

Our conclusion has to be that data services cannot in the next 10 years increase the demands for long distance bandwidth by a factor that even approaches 2. The basic generator of data is the human and his rate of generation is very low i.e. a few tens of bits per second at best against 65,000 bits per second for

voice traffic. There will be some demand for large file transfer, but users will tend to store transmitted files rather than having them retransmitted in their entirety for each user request.

But might picturephone become very popular within the next 10 years and significantly increase the demand for long distance bandwidth? The business market has not moved quickly to take advantage of video conferencing. At high expense in coding equipment, a reasonable picture can be delivered by a 1.5 megabit digital stream. By extensive coding a 64 kilobit digital stream can serve only a small screen while providing non-verbal cues effectively.[2] The residential community is not serviced by even this bandwidth today nor will there be significant penetration of services at this bandwidth during the next 10 years.

Selected parts of the business community are served by 1.5 megabit streams today, but there are virtually no privately owned video conference facilities.

A 100 fold increase in the use of video conferencing facilities would make an almost imperceptible difference to the bandwidth demands on the long distance network. Besides, we do not feel that the psychology of video conferencing is well enough understood to allow technology to deliver a meaningful service to a wide audience in the near future.[8]

High Definition T.V. will require something like 280 megabits per second.[3] When it comes, it will almost certainly be delivered digitally and will probably be delivered by cable. It is possible that the national long distance network would be asked

to carry a large number of these channels between cities. If we assume that 20 channels were demanded, this would require 5.6 gigabits per second one way. Using today's fiber optics technology, this would require 10 fibers. By 1990, the requirement would be for 3 fibers. Our conclusion has to be that HDTV will not significantly challenge the technical capabilities of the emerging networking systems. On the other hand, HDTV could become a significant user of installed bandwidth, but not a significant user of the bandwidth which is easily installable on a per route basis using fiber optics. The question will become whether or not HDTV is willing to pay the costs associated with its transmission. It is clear, that its bandwidth demands can be easily met by a fraction of the carrying capacity of fiber optic cables which can be installed.

C. COST FUNCTIONS OF TECHNOLOGIES

The allocation of costs in a telecommunication network is always a subject for intense debate. The basic problem is that all of the networking elements interact with each other thus making the separation of cause from effect a somewhat arbitrary decision. The situation is further complicated today by the fact that evolving technologies have blurred the interfaces between network elements which in earlier years were easily separable. Then too, there are complications such as the fact that the costs of terminating a given transmission link on a switch are radically dependent upon the number of other circuits which are terminated on the same switch. The route costs are therefore dependent not only on the transmission system used but on the network configuration and its terminals.

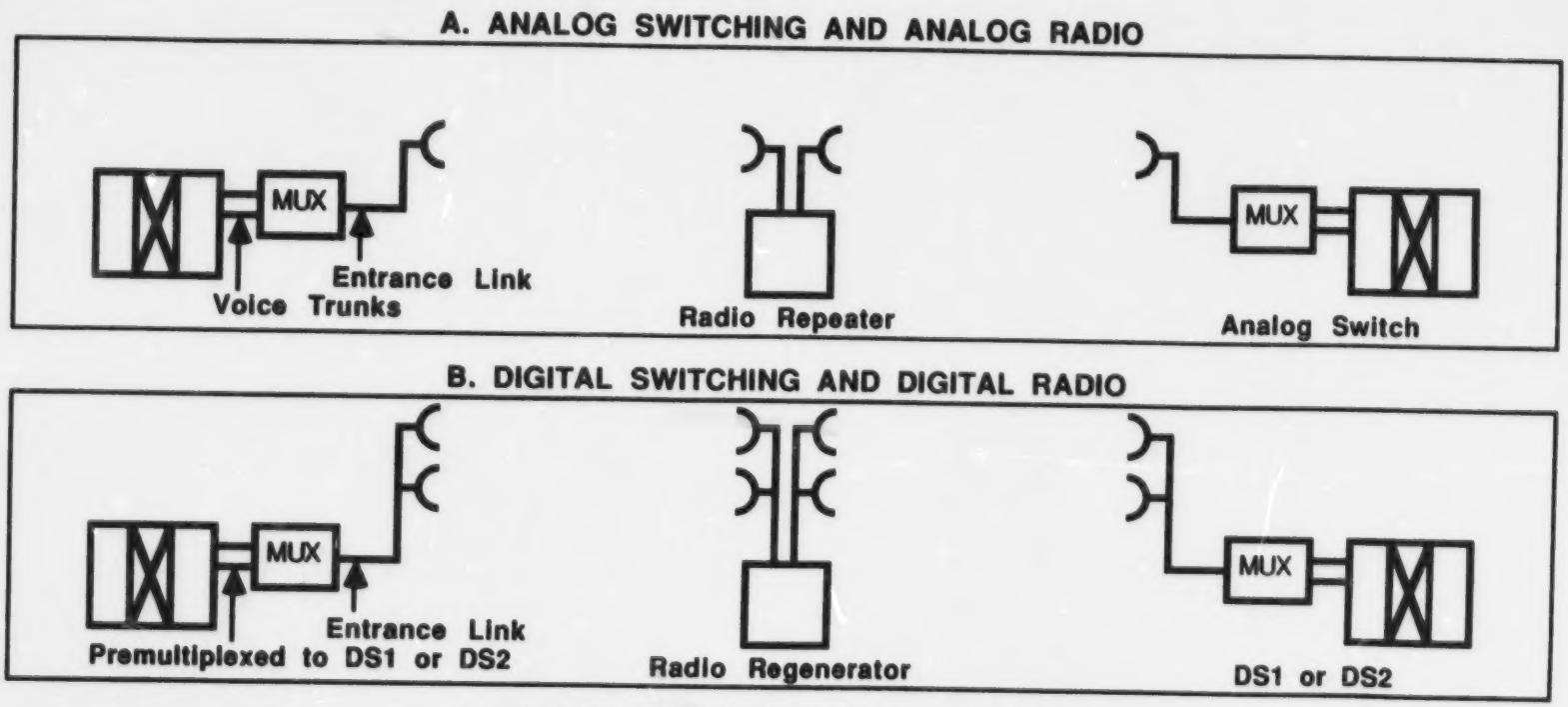
1. Network Configurations

There are three major transmission/switching configurations of particular interest to this study. The first, the combination of an analog switching machine and an analog radio transmission link is shown in Figure 1A. In this configuration, the individual voice circuits emerging from the switch are multiplexed in preparation for transmission on a single radio channel. Most analog radio systems accept approximately 1200 voice trunks which are then frequency stacked by the multiplex. Some configurations will allow up to twice this number. The combined signal is then fed to an entrance link i.e. a high frequency cable which will conduct the signal to the microwave radio site. In many situations, especially in large cities, the first radio site on a route may be outside the urban area. The entrance link terminates on a radio transmitter. Up to eleven radio transmitters, each supplied from its own multiplex and entrance link, can feed a single antenna. This infrastructure can thus support about 13,000 voice channels.

The transmitted power is only a few watts, but it is well focused by the antenna into a narrow beam. This beam is received by another antenna which must be within the line of sight of the originating antenna and is probably located between 25 kilometers and 70 kilometers from the transmitter dependent upon terrain and expected weather conditions in the radio path. The radio repeater has to be powered from the commercial power grid and backed up with battery supplies and a generator unit. The repeater re-broadcasts the incoming signal - usually on a new set of frequencies to avoid interference - to the next radio

Fig.1

SYSTEM DIAGRAMS FOR THREE INTERCITY TRANSMISSION TECHNOLOGIES



repeater. Within certain limitations, voice circuits can be dropped and other signals inserted at any radio repeater site along the route.

Figure 1B shows a digital switch in combination with a digital radio system. The important thing to note in this diagram is that the switch itself premultiplexes the outgoing voice circuits in digital format to at least the DS1 level i.e. 24 voice channels at a total bit rate of 1.5 megabits per second. A function which, in the analog world, is performed by the transmission system, is in the digital world, performed by the switch. The radio functions are similar to those of the analog system at first glance. The major difference in the radio systems is that in Canada most digital radio systems operate at 8 gigahertz but they share antennas, repeater sites and towers with analog systems. In this configuration, the digital radio system requires a second antenna because of the increased susceptibility to radio fading at the 8 gigahertz frequency versus the 4 gigahertz and 6 gigahertz signals used by analog radio. This factor complicates the radio design.

Nevertheless, digital radio currently sells for less than did analog radio in the 1960's. Analog radio today tends to be priced at levels below digital radio, but analog radio is used only for the extension of existing routes because of the relatively high cost of the multiplex in the analog solution versus the digital solution. It has to be remembered also that the performance of digital radio is far superior to its analog counterpart in that it delivers a much better voice signal.

Figure 1C shows digital switching systems connected by a fiber optic cable. To a first approximation, the configuration in the switching and multiplex areas are very similar to those required for digital radio. Repeaters are placed approximately once every 40 kilometers along the route. There is a repeater for each glass fiber in the cable although these repeaters are not actually installed until the transmission route requires the services of its associated fiber. The repeaters are powered through copper wires carried in the fiber optics cable and therefore the repeater sites do not require access to the local power grid nor do they require battery backup or local power generation capability. The repeaters themselves are quite simple electronic devices but they do operate at very high signal rates and they are worth a few thousand dollars each. The costs of laying the cable are very dependent upon the nature of the terrain in which it has to be placed. The costs of installing microwave radio sites are to a first approximation almost independent of the terrain which has to be crossed.

2. Network Cost Functions

Because of the high getting started costs on any multiplexed transmission system, the cost per voice circuit kilometer of any system falls rapidly with the number of circuits installed. This is due to the simple fact that as additional circuits are added to an established system they spread the burden of the getting started costs across a larger number of circuits. The cost per circuit kilometer falls until the maximum number of circuits which the system design can support have been installed. To further increase the capacity of the transmission route using the

same technology it is then necessary to establish a new system and thereby incur most if not all of the getting started costs again. This results in a sharp increase in the cost per circuit kilometer on any given route each time we reach the exhaust point of system architecture. The exhaust point on analog radio systems is just above 13,000 voice channels i.e. 11 radio transmitters each carrying 1200 voice channels.

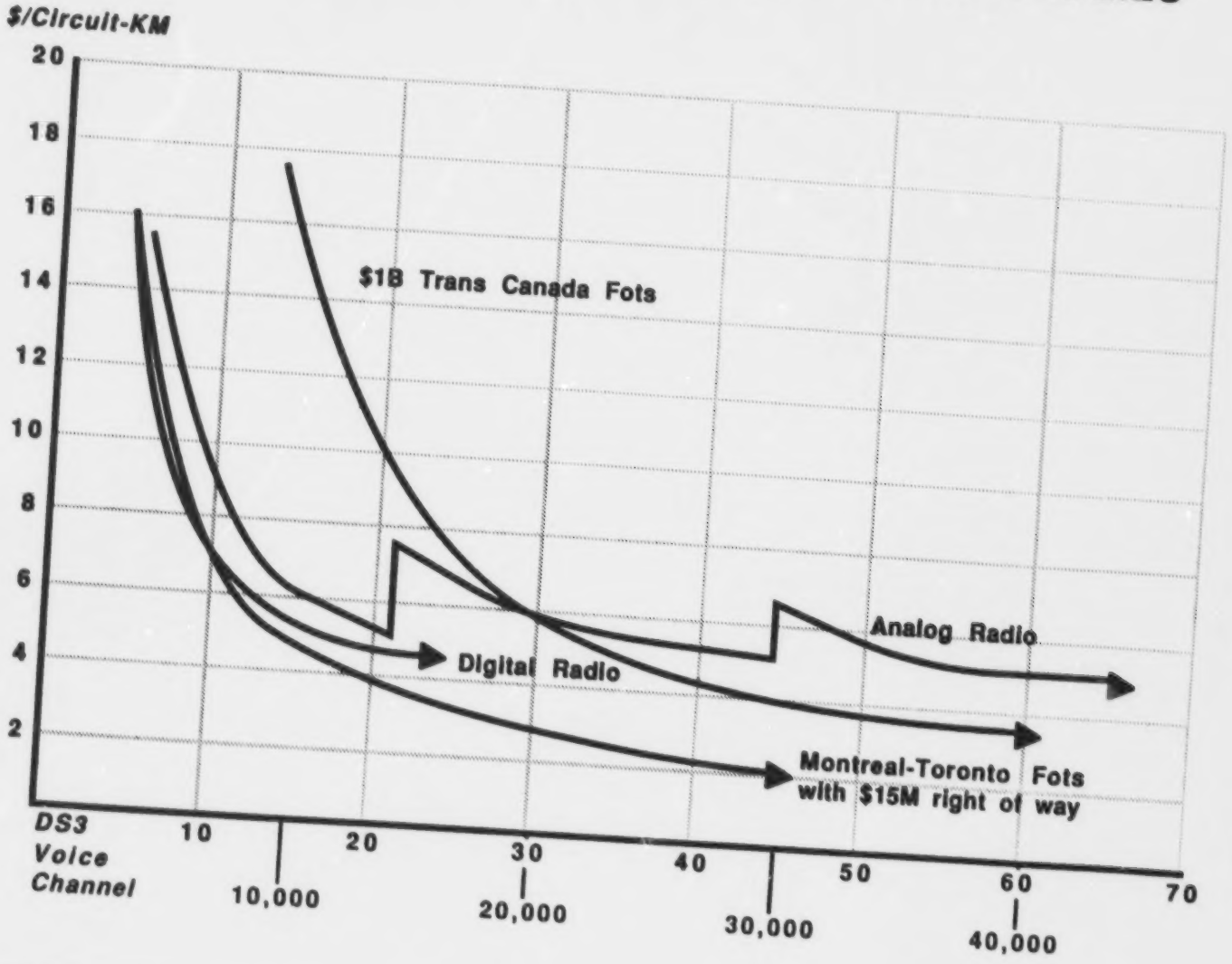
In some cases, additional systems installed on the same route can share the right of way. This is often made possible on radio systems through the use of seperate frequency plans on the two systems. In this case, multiple radio systems can even share some of the infrastructure which supports the radio repeater sites. However, on fiber optic systems the capacity of one system is so high that for physical security purposes it seems reasonable that no more than one system would occupy a given right of way.

In Figure 2 we display several graphs depicting the cost per circuit kilometer versus the number of installed circuits for several different situations. All figures are approximate and we do not know all of the detailed assumptions made in deriving these curves.

The curve labelled 'Analog Radio' clearly shows the exhaust points of the individual analog radio systems. Note that the asymptotic value of this curve never falls below the asymptote reached for the first system installed. The important assumption upon which this curve is based is that subsequent radio systems do not share the right of way or infrastructure of the first

Figure 2

COMPARATIVE UNIT INVESTMENT COSTS FOR THREE INTERCITY TRANSMISSION TECHNOLOGIES



system. Some further economies of scale could be had if this were true. The degree of the economies of scale in this case is radically dependent upon route design configurations. The costs shown are in dollars of the early 1960's.

The curve shown for digital radio is for dollar values in the mid 1980's. We have terminated the curve at the point of the exhaust of the first system. Had we continued the curve to larger route capacities, it would show the same characteristic shape of the analog radio curve.

The Montreal-Toronto fiber optics curve is in 1987 dollars and is based on the assumption that the right of way is worth $15M. The lower end point of this curve would fall slowly to the point of cable exhaust. In a fiber optics system, we have effective subsystems built around each pair of glass fibers (one for each direction of transmission). Each of these subsystems cost very little relative to the shared infrastructure costs of the right of way, the cable and its placement costs. In detail, the cost curve would display the same characteristics as does the analog radio curve. The discontinuities would occur with the exhaust of each fiber pair, but the discontinuities are very small with this modern technology.

The final curve on Figure 2 is derived entirely arithmetically. The round number of $1B is often cited as the approximate cost of building a Trans-Canada fiber optic buried cable route. This is probably an upper limit of the actual cost and the curve is simply shown for comparison purposes.

These curves make two important points. First, they show that on any transmission cross section which requires more than about 10,000 voice channels, a fiber optic system will cost less today than would any of the earlier transmission systems in their day. Behind this statement lies the assumption that the route permits relatively easy cable placement as is the case on the Montreal-Toronto route. Furthermore, the fiber optics solution demonstrates virtually endless capacity at rapidly decreasing costs per circuit kilometer whereas earlier technologies have almost reached their lower asymptotic values at that route capacity.

To put these numbers into a Canadian context, we note that Bell Canada has just under 60,000 voice circuits and 10 one-way video channels on the Montreal-Toronto route. The Toronto-Windsor cross-section is about 30,000 voice channels and 2 video channels. Toronto-Peterborough cross-section is about 2,000 voice channels. It is clear that the vast majority of routes in Canada are well below the capacity of a single microwave radio system. These routes tend to be served by T1 Carrier systems (digital signals on twisted pair copper cable) or more recently by fiber systems which share right of way with existing cable systems.

Secondly, using the upper limit assumption of a $1B Trans-Canada fiber optics cable, this solution is cost-effective today well inside the exhaust point of a second radio system and of course its capacity limits are essentially infinite in today's context.

Table I displays the approximate equipment costs for the Toronto-Montreal fiber optic route. It shows these costs at 2,000 voice circuits and at 12,000 voice circuits. It is easy to

TABLE I

Toronto - Montreal Fiber Route - Approximate Equipment Costs

	2,000 voice circuits		12,000 voice circuits	
	Costs $M	% Total	Costs $M	% Total
Cable	6.0	46	6.0	43
Placement	6.0	46	6.0	43
Repeaters	0.6	5	1.2	9
Terminals	0.4	3	0.9	5
Totals	13.0	100%	14.1	100%

see how dominant are the cable and cable placement costs. The marginal economies of scale are enormous. The equipment costs for 2,000 voice channels are shown as $13M. Table I shows that an additional 10,000 voice circuits can be installed for an additional $1.1M. This is only 18 cents per circuit kilometer.

Table II displays the same data as does Table I but it includes the approximate costs of the right of way. Again, we see the same pattern but with the costs of the right of way remaining dominant.

The costs of the toll switching machine are very difficult to factor into this picture. There is no reason why the Toronto-Montreal transmission links should all terminate on the same toll switch. The cost of the switch termination is very dependent upon how many other voice circuits are terminated on the switch i.e. switching costs are determined by the total size of the switch and not by the individual sizes or number of transmission links which terminate on that switch. However, it is clear that when fiber optics links are connected to digital switches, the incremental cost of adding a circuit to the network is much more dependent upon the switching cost than it is on the transmission cost. In the examples used here, the incremental cost of the transmission facility would be just over $100 on the Montreal-Toronto route whereas the cost in the switch to terminate that circuit would be at least $350. The switching termination cost could be as high as $3,000 on a small switch.

Switching machines, and to an increasing extent, transmission system controllers, contain large software systems. The cost of developing new software features and the integration of these

TABLE II

Toronto - Montreal Fiber Route - Approximate Costs

	2,000 voice circuits		12,000 voice circuits	
	Costs $M	% Total	Costs $M	% Total
Right of Way	15.0	54	15.0	52
Cable	6.0	21	6.0	21
Placement	6.0	21	6.0	21
Repeaters	0.6	2	1.2	3
Terminals	0.4	2	0.9	3
Totals	28.0	100%	29.1	100%

features into existing packages is extremely high. However, this is a one-time cost to the developer - a cost which he incurs whether he ever sells a copy of the software package or not. The incremental cost of producing a copy of a software and loading it into a switching machine or other software controlled device is minimal. For this reason, software pricing is a day-to-day commercial issue which is not constrained by the significant recurring costs of the production of copies as is the case with hardware. Of course, the costs of software have to be shared over the installed base of circuits and thus software costs are strongly subject to the economies of scale. However, the absolute price of software is very unpredictable.

3. Operational Cost Functions

The operating costs for long distance service are made up of depreciation, maintenance, repair and attracted overheads. Both switching and transmission costs constribute to all four accounts.

Since the capital cost of transmission equipment per circuit kilometer (see Figure 2) for analog radio, digital radio and fiber optics are close for small system sizes, the depreciation costs are also close. Thus, evolving technology has made little difference to these costs at small system size. Capital costs per circuit kilometer at large system size are significantly less for fiber optic systems than for radio systems. Thus, for large system sizes, depreciation costs drop proportionately. As depreciation costs, assuming a twenty year depreciation period might be approximately half of the total operating costs, we see that technology evolution has significantly decreased the

operating costs of large systems but has done little for smaller systems. Technology evolution has thus increased the economies of scale in operating.

Under the assumption of a twenty year depreciation schedule, the annual maintenance and repair costs taken together might range from a half to a third of the annual depreciation costs depending upon the combinations of switching and transmission technologies used on a given route. The absolute costs of maintenance and repair have dropped by factors of two or three as switching technology moved from analog to digital and transmission moved from radio to fiber optics. This does not affect the economies of scale, but simply lowers the operating costs relative to a competitor for the operator using the higher proportion of modern equipment.

Some of the maintenance and repair costs are attributable directly to physical routes, while other costs are common to several routes. To a first approximation, the absolute costs are proportionate to the investment. If there are several service providers, their total capital costs assuming that they each provide their own transmission and switching equipment, will be significantly higher than that required for a single service provider who serves the whole market. The reason for this is that all providers are forced to operate smaller systems with their attendant higher investments per circuit kilometer (see Figure 2). The total operating costs thus rise at least proportionately to total investment (and probably more steeply than directly proportional because of overhead considerations). These additional costs measure the redundancy caused by a move to several service providers.

Multiple servers can complicate technical fault isolation because of the requirement to involve personnel from more than one company and coordinate their activities. Within the last decade, technical advances and considerable standardization of automatic fault isolation equipment has alleviated this problem somewhat. Assuming that the servers are willing to cooperate in this standardization, the intercompany fault isolation costs are not important. The remaining complication is one of scheduling repair services between companies when the client of one company is served partially by facilities from a second. This causes delays in repair and degrades customer service but does not directly contribute to financial costs.

Telecom Canada has demonstrated that cooperating carriers can effectively plan networks. It is difficult to predict what cost inefficiencies would arise if competing carriers did not want to cooperate in these matters. The total planning staff would obviously be larger than that required by a single carrier, but the direct cost impact of this is not going to be noticeable. The same statements can be made regarding other coordinating functions which might be required between competing carriers.

D. ECONOMIES OF SCALE

We see very large economies of scale in both the switching and transmission equipment costs in the toll network. Because economies of scale to a first approximation exhaust when the physical limits of the first system in a given technology have been reached, the economies of scale increase as the exhaust limits of technical designs increase. The fact that more recent transmission system designs have much higher capacity limits than did early systems means that the evolution of technology has made available greater economies of scale.

If competitors on the 60,000 voice circuit Montreal-Toronto route shared this traffic using radio systems, any competitor who served more than about 10,000 voice circuits would be cost competitive on equipment costs per circuit kilometer (See Figure 2). However, now that the route is served with fiber optics as well as radio any competitor whose volume is significantly below that of the leader is at a serious competitive disadvantage. The magnitude of the disadvantage is very dependant upon the absolute volume of the competitor who leads in market share.

The same arguments apply to toll switching machines although the case is not quite as clear cut. The capacity limit in electromechanical switching machines was in the neighborhood of 4,000 voice circuits. Additional capacity could be obtained by installing additional switches (thus incurring full getting started costs) in the same switching center. To this point, the transmission analogy on cost structure per termination is accurate. However, dependent upon networking configurations, a greater or lesser degree of the capacity of the second installed switch is consumed through communication and cross-switching with the first switch. The net gain in transmission terminations from the outside world which the two machine complex can handle is less than a doubling of capacity - in some configurations much less. So, dependent upon individual configurations the asymptotic cost per termination in multiple machine switching centers either falls slowly or starts to rise as the number of terminations is increased. With the advent of very large capacity digital switching machines, the capacity value at which this dilemma faces the network planner, is moved very significantly toward a higher number of terminations. Thus again we see that technology evolution is making available increased economies of scale by increasing the number of circuits which can be handled within the exhaust capacities of a single installed entity.

E. ECONOMIES OF SCOPE

Custom calling features such as call forwarding and call waiting are examples of the new services available. These new technologies have lead to an expansion of the services offered on telecommunication facilities. This has created more demand units over which to spread the production costs, thereby indicating that strong economies of scope are present.

Software control in both the mainline switches and in the "slow switches" allows new flexibilities in marketing and network protection. In the near future, transmission capacities and service features will be changeable through commercial agreement and with very little physical rearrangement needed by the well-equipped operating company. With digital technology in both switching and transmission, data and voice signals can be mixed readily in both switching and transmission. Separate physical circuits become unnecessary thus leading to large economies of scope. With the advent of a "fast packet" switch during the next decade, economies of scope will further increase as one switching machine is capable of providing a much broader range of bandwidths than is possible today.

Evolving feature sets, such as ISDN, will offer the capability to supply an entirely new set of services, the full extent of which cannot be foreseen at this time. These will tend to reinforce the existing economies of scope.

F. CONCLUSIONS

It is clear that there are large economies of scale and scope in both switching and transmission technologies and that these economies have been further increased recently by evolving technology. To a first approximation, the economies of scale for transmission systems exhaust when the first system in a technology reaches its physical capacity. The installation of identical systems on the same route will produce no further economies of scale. For the first time, with the advent of fiber optics systems, it is possible to instal a transmission system at costs competitive with other technologies down to medium crossections, but which has no near term exhaust point in physical capacity. For the first time, technology has made possible almost unlimited economies of scale in long distance transmission.

Fiber optics systems provide almost unimaginable capacity. Digital switching provides large capacity and new capabilities for features which combine new logic with bandwidth flexibility. Both transmission and switching technologies exhibit extremely low incremental costs bought at initial costs which approximate in absolute dollars those of the older technologies.

While transmission capacity is not a problem with fiber optics, network security is a problem. Critical high-capacity routes cannot depend upon the survival of a single transmission system and therefore route diversity is a must. The costs of route diversity are high and in the short-term will certainly prevent the network from achieving the economies of scale which would be available to it if it did not have to satisfy survivability criteria.

Survivability optimization implies reasonably equal sharing of capacities on physically diverse sites or routes. Under these circumstances, the seperate routes might be provided by different companies but in this case load sharing must be regulated or the very large economies of scale made available by emerging technologies will play very significantly into the hands of the dominant supplier. In the short term, security needs are reasonably met due to the fact that radio routes today parallel fiber routes so that each technology provides some route security for the other.

REFERENCES

1. The Evolution of Telecommunications Technology. R. Vickers and T. Vilmansen; IEEE Communications Magazine, July 1987, Vol. 25, No. 7.

2. Telematic Services and Terminals: Are We Ready?; C.N. Judice and D. LeGall; IEEE Communications Magazine, July 1987, Vol. 25, No. 7.

3. The Evolution of Video Technologies; H.P. Gaggioni, IEEE Communications Magazine, Nov. 1987, Vol. 25, No. 11.

4. Broadband Communicaiton and Its Realization with Broadband ISDN., IEEE Communications Magazine, Nov. 1987, Vol. 25, No. 11

5. Fiber Optics vs. Satellites. T.R. Welter Industry Week, Feb. 23, 1987.

6. Satellite Communications, P. Liloia Communications News, Mar. 1987.

7. Trellis - Coded Modulation with Redundant Signal Sets. Part II: State of the Art. G. Ungerboeck IEEE Communications Magazine, Feb. 1987, Vol. 25, No. 2.

8. Broad-Band Communications - Economic and Social Implications, J. Seetzen, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. SAC-4, Nov. 4, July 1986.

SECTION IV:
THE EVIDENCE - THE FINANCIAL APPROACH

MARCH 10, 1988

A. INTRODUCTION

In the real world of private sector companies, the acid test of any operation is very simple: "Does the operation earn a sustained and competitive rate of return?"

All the other financial projections, feasibility studies, engineering estimates and econometric analyses need to be put through this acid test of the "bottom line". No operation can survive on wishful thinking or on partial analysis. The question should be asked about intercity transmission: "If this is such a good business to be in, why are many operations not making any money?"

Adapting the above to the purpose of this study, the key question becomes:

"If there were no scale economies in intercity transmission, why are the largest carriers (Bell, AT&T) literally printing money, while the smaller ones (CN/CP, MCI, US Sprint, Western Union) are losing money or earning very low returns?"

The objective of this analysis is to show that the financial performance of the six major intercity carriers in North America are consistent with, and a direct result of, the strong economies of scale and scope present in long-distance transmission.

The following sections will present successively:

- the methodology used to assure the integrity and comparability of financial data;
- the financial data for each of the major carriers, with the adjustments made explicitly for each carrier;
- the result of the comparative analysis.

B. METHODOLOGY FOR ADJUSTING FINANCIAL DATA

The analysis will be based on the publicly available financial data of the six major North American carriers. The data is obtained from annual reports (including the footnotes), public filings with the Security and Exchange Commission or CRTC and other corporate material.

To ensure comparability of all this material, the following areas of concern have been taken into account in conducting the analysis.

1. "Pure" Intercity Transmission Operations

The two major carriers under examination have major activities outside of intercity transmission. Telecom Canada through its member companies also owns, among other things, local telephone operations, while AT&T owns significant manufacturing operations as well as a number of other activities. To the extent possible, we have to remove all revenues, costs and profits attributable to these extraneous operations.

Two other companies, MCI and U.S. Sprint are exclusively intercity cariers, so no adjustments need to be made; also, most of their revenues come from voice transmission.

Finally, CNCP and Western Union are almost exclusively intercity carriers; however, they differ from the other four in that none of their businesses come from public message toll service. CNCP has a "de facto" monopoly in the telex services, from which it is said to derive all its profitability.

In summary, extraneous operations will be removed for the two major carriers to make sure that all six companies show only intercity results.

2. Comparability of Geographic Coverage and Dispersion

All four U.S. carriers offer service throughout the United States and both Canadian carriers offer service to all major Canadian cities. However, the U.S. population is about ten times that of Canada for a territory of roughly the same size. Population levels need not be adjusted: they allow us to examine the effect that market size has on the realization of scale economies.

Most of the U.S. territory is inhabited, whereas more than 80% of the Canadian population lies within 100 miles of the U.S. border. Canada requires a less complex intercity grid, given the distribution pattern of its population: the intercity lines only have to follow the U.S. border. By contrast, the US networks each have to cover a wider territory. East-West routes will follow a Northern path (Boston-Chicago-Seattle), a middle path (Washington-Chicago) and a southern path (Miami-Dallas-San Francisco). North-south routes will follow the Pacific Coast, the Atlantic Coast, and also go through the mid-West (Chicago-Dallas). Thus for a given total calling volume, the U.S. costs due to geographic dispersion should be higher than those in Canada. The overall cost profile will reflect the differing geographic dispersion as well as all other costs: no adjustments need be made.

3. Consistent Treatment of "Access Charges" to Local Loops

In recent years, the U.S. system has introduced the concept of "local access charges" to be paid to local phone companies for usage of their local loops. In Canada, no such distinction is available. To ensure consistent treatment among all carriers, we will include all such "local access charges" in revenues and costs of the carriers. (On a net basis, the result is the same anyway, but the apparent size of the carriers would be affected.) As an alternative, we will also remove access charges for U.S. carriers.

4. Adjustments for Major Write-offs, One Time Charges and Other Extraordinary Items

The progressive deregulation and advent of competition has forced all U.S. carriers to reexamine the real productive value of their assets, the level of their operating costs, and their accounting treatment of a variety of deferred charges and capitalized expenses. AT&T's write-offs were in manufacturing, whereas the other three's were in intercity transmission. The write-offs have been massive for each company, as will be seen later. Where these write-offs relate to intercity transmission, we will average them over a few years to get a truer picture of the profitability in the apparently "good" years. In other words, whereas accounting data can lie for a short period on some issues, it cannot lie forever on all issues.

In Canada, neither the Telecom Canada members nor CNCP have taken any major write-offs. We will not make any adjustments for Canadian carriers, letting the reader decide whether CNCP's (or even Telesat's) absence of write-offs reflects reality or a failure to face reality.

5. Currencies: Local Rates vs Exchange Rates

There is no trade in communication services between the U.S. and Canada: a Canadian calling from Montreal to Vancouver cannot elect to go through the U.S. network and thus save half the cost. The regulators and the companies insure that by-pass of the Canadian network cannot be offered.

Also, most of the investment and all of the operating costs on which the internal corporate economic decisions are based are incurred in local currencies. Therefore, the measurement of scale economies by comparing the performance of firms in the two countries should not be affected by the fluctuations in exchange rates. (The two currencies were at par ten years ago, then moved gradually to a significant discount, and keep fluctuating every month.)

We believe that local currencies are an accurate reflection of local conditions, but we will use local and exchange adjusted currencies to show how significant these scale economies truly are. The truth may lie somewhere between these two extremes.

6. Pricing Structure Differentials Between Countries and Companies

On the revenue side, the pricing level is significantly higher within Canada than within the United States. On a local currency basis the ratio is about 3:1 for a transcontinental call on the public network. Within each of the two countries, the "challengers" typically price about 5 to 10 percent lower than the leading carrier, as a key carrier ingredient to winning and keeping customers. Finally, each carrier typically has a very complex pricing structure, depending on the type of service, time of usage, volume of usage and other factors. Judicious simplification is required to ensure that all there pricing structures can be compared adequately.

As a benchmark service, we will use a transcontinental call on the public network during business hours, (even for the two networks CNCP and Western Union which do not offer such service). A discount factor will be used for all challenger networks. Both local revenues and charge rates will be used.

7. Company Specific Cost Levels: Gold-plating, Perks, Salaries

As in any other business, management of telecommunications companies can exercise some discretion regarding cost levels. The equipment is available in a number of grades and with a variety of bells and whistles: gold plating is always a possibility, for office space, transmission equipment or maintenance trucks. The manpower level and the compensation structure can also be set within a relatively large range.

Adjusting data for each of these factors goes beyond the scope of this study. But in general terms, the financially stronger firms are a bit less careful about their expense levels, and the weaker firms will tend to save on even essential elements. Not adjusting will therefore reduce the measured scale economies. Furthermore, this impact is likely to be small.

8. Initial Investment and Start-up Costs

All the intercity carriers have set up significant new fiber optic facilities in recent years. Typically during the construction period, all related costs are capitalized, including materials, construction labor, and interest charges; therefore, during the construction period, projected profits may be overstated. These costs begin to be depreciated over the useful life once the facilities are deemed to be operational. No adjustments are required here, given that the reality is the same for all carriers.

The smaller carriers are at a scale disadvantage regarding other start-up costs including advertising, account billing procedures, and the like. No adjustments are required, and these costs will be reflected in the overall profitability of each carrier.

9. Year(s) Used for Comparison

Major changes have been going on in the United States in recent years: break-up of the Bell System, mergers of some competitors, gradual phase-in of fiber optic systems, and major reductions in intercity rates.

Comparisons of financial data for the 1970's are not relevant. Comparisons for the early 1980's are only relevant to provide some perspective and show some trends. The ideal years for comparative purposes are the most recent ones, 1986 and 1987. Results are available for 1986, but only partially so for 1987; using partial 1987 data would not be accurate as some companies typically take major write-offs in the fourth quarter of their fiscal years. We will therefore base the comparison on 1986 data, while also supplying data for earlier years and as much as possible for 1987.

10. Technology Level

This analysis uses cross-sectional data for many companies in the year 1986. The technology is relatively frozen for that year. Differences in the technologies employed by each company (i.e. microwave, fiber, etc.) do exist. However, fibers are used extensively by each firm (other than Western Union) and are the major factor impacting the long-distance cost profile. Therefore the impact on cost functions inter-company differences in the use of other technologies is expected to be minimal.

11. Other Concerns and Issues

Special or exceptional situations could be argued to warrant still other adjustments. For example, special rates in one province or state could be much different from the national average; or temporary pricing incentives could be introduced. However, unless these special cases represented a major portion of a company's activities, no adjustments would be justified to reflect the overall situation.

The scope of this financial analysis encompasses the full inter-city network operations, and is therefore aggregated to that level. No effort is made to account for a specific route in this financial analysis. For such a single route study, the engineering evidence is the best approach: alternatively, another study could focus on the operations of one of many small specialty U.S. carriers which cover a very limited number of routes.

12. Conclusion

The key areas of concern are summarized in Table 1, as well as the adjustments that will be made to assure comparability of the data. Given the adjustments, we believe that the financial evidence presented below is a true reflection of scale economies in long-distance transmission.

Table 1

SUMMARY OF ADJUSTMENTS TO ENSURE COMPARABILITY OF DATA

Area of concern	*Adjustment*
1. Pure intercity transmission operations	Isolation of such operations in AT&T and Telecom Canada. Four other companies are pure.
2. Comparability of geographic coverage and dispersion	Two separate cost curves drawn for the U.S. and Canada.
3. Consistent treatment of access charges to local loops	Local access charges will be included.
4. Adjustment for major write-offs	Averaged over a few years for the U.S. firms.
5. Currencies: local rates vs exchange rates	Local rates approach is preferred. Other approach is also used.
6. Pricing structure differentials.	One benchwork service is used; "challengers" price at a discount.
7. Company specific cost levels, gold-plating, ...	No adjustment: therefore, scale economies will be underestimated.
8. Initial investment and start-up costs	No adjustment necessary.
9. Year(s) used for comparison	Benchmark year is 1986; earlier years and partial 1987 data are also provided.
10. Technology level	All firms (except Western Union) have invested heavily in fiber optic systems. No adjustment.

C. FINANCIAL PERFORMANCE OF INDIVIDUAL CARRIERS

This section will review each of the six major North American carriers, by profiling their operations, specifying the adjustments made according to the methodology discussed above, and presenting their financial performance.

1. AT&T

Profile of the Operations

AT&T is the leading intercity carrier in the United States. According to its own press releases, AT&T controls about 64% of the intercity market; according to its competitors and to many industry observers, the AT&T share is really much higher, at around 85%.

Following a government mandated divestiture, AT&T no longer owns any local telephone operations. But the company still owns major telecommunications equipment manufacturing facilities. AT&T has also spent significant sums in trying, so far unsucessfully, to become a major player in the commercial computer market.

AT&T has announced plans to spend over $8 billion on developing its long-distance network over the next few years. The AT&T optic fiber network will be extended to 24,000 miles by the end of 1988.

Adjustments Required

Both the equipment manufacturing operations and the computer venture have caused substantial losses for AT&T, as recognized in a 1986 write-off exceeding $3.2 billion. Their losses had not been recognized in earlier years, and industry observers believe that they are continuing in the computer operations. Some of

these non-transmission losses were also masked by, for example, sharing of sales forces between computer and communications operations. As seen in the AT&T annual reports, their revenues from equipment rentals have declined by half over the last three years, while equipment sales have been flat: at best, these operations are breaking even, at worst they were still causing huge losses in 1987 (Wall Street Journal, November 12, 1987).

To be conservative, we will assume that long-distance services generate all the profits reported by AT&T, but do not support the other operations. For 1986, we will therefore add back the non-transmission extraordinary write-offs.

Finally, AT&T reports separately the access charges paid to local telcos. To assume consistency with the other carriers, we will add these charges to their revenues when comparing corporate sizes.

Financial Performance

AT&T has consistently shown good profitability (Table 2). The company has also pushed for important rate reductions in intercity services, more than 36% since the break-up in 1984.

Adjusted before tax profits, as a percent of long-distance revenues (including access charges) represents about 9%, a healthy margin.

Conclusion

AT&T long-distance operations are very profitable. In 1986, long-distance operations generated a pre-tax profit of almost $3.4 billion, after interest charges. For 1987, based on the nine month results, the profit level should be about the same.

Table 2

AT&T FINANCIAL RESULTS

$U.S. Millions	9 months 1987	9 months 1986	1986	1985	1984
Long-distance services	14,620	14,311	19,108	17,393	15,781
Access charges	13,237	14,885	19,593	21,521	20,633
■ Total long-distance revenues	27,857	29,196	38,701	38,914	36,414
■ Rental revenues	2,872	3,739	4,801	5,789	7,217
■ Sales of products	7,504	7,508	10,178	11,235	10,189
■ Income before taxes	2,471	2,499	121	2,546	1,952
+ Restructuring			2,157		
+ Depreciation write-down charges			332		
+ Inventory write-down charges			761		
Probable contribution from long-distance activities, before taxes	2,471	2,499	3,371	2,546	1,952

2. MCI

Profile of the Operations

MCI is the leading challenger in the U.S. long-distance market, with a share of around 7% (or, according to MCI, as much as 11%). The company is independent and is only active in long-distance services: it is a "pure" operation. As part of its competitive approach, MCI has to price below AT&T: the discounts have shrinked over the years, being around 8-9% in 1986, and somewhat less in 1987.

MCI has invested about $1.1 billion a year on plant and equipment during the period 1984 to 1986.

Adjustments Required

In 1985 and 1986, MCI received sizable payments from AT&T as settlement for their antitrust litigation. These payments have to be removed from the reported income, in order to measure the profitability coming from the actual operations.

During the fourth quarter of 1986, MCI wrote-off $584 million in order to cover a 15% reduction in workforce and various write-downs. Part of their write-offs resulted froms its acquisition of rival SBS from IBM: a significant client base was obtained in this transaction.

Financial Performance

MCI showed increasing profitability in the years 1981 to 1983, before the Bell System break-up and rate rebalancing (Table 3). Profits decreased sharply starting in 1984, for two main reasons: first because long-distance rates decreased by 30% over two years, and second because local access charges increased as a percentage of revenue from 24.5% in 1984, to 34.4% in 1985 and to 45.5% in 1986.

Table 3

MCI FINANCIAL RESULTS

$U.S. Millions	9 months 1987	9 months 1986	1986	1985	1984	1983	1982	1981
■ Revenues	994	910	3,592	2,542	1,959	1,521	907	413
■ Income before taxes	22	68	(463)	168	50	203	151	61
■ Net portion of antitrust settlements	2		39	207	–	–	–	–
■ Income before taxes and before antitrust settlements	20	68	(502)	(39)	50	203	151	61

Partly as a result of these financial difficulties, the MCI stock price per share dropped from a high of $27 to $15 in 1986 to less than $7.5 in the summer of 1987, while the overall market was rising significantly before the stock crash of October 1987. As of December 1987, the stock price had recovered to around $10.

Conclusion

Since the AT&T break-up and rate rebalancing, MCI has shown marginal profitability in 1984 and 1985. The company took significant write-offs in 1986, mostly due to its acquisitions of rival SBS. For 1987, MCI is operating at close to break-even, with a pre-tax profit on sales of less than 1 percent, compared to more than 8 percent at AT&T.

Overall, the company appears to operate at around the break-even level.

3. U.S. Sprint

Profile of the Operations

U.S. Sprint resulted from the merger in 1986 of the long-distance operations of two weak competitors, GTE and U.S. Telecom, which also had earlier taken over the long-distance operations of Southern Pacific Communication Co. U.S. Sprint is a "pure" intercity transmission operation.

U.S. Sprint's market share is estimated to be between 4 and 5%. The company is investing heavily in its new optic fiber network: the company had indicated that 90% of its traffic would be on fiber by year end 1987. U.S. Sprint is also incurring significant expenses in acquiring new customers: the company's revenues are growing at more than 20% a year, compared to less than 10% for MCI.

Adjustments Required

Up to the first half of 1986, the two predecessor companies were operating separately. Their results have to be combined for all of 1986 to obtain the complete picture.

The two owners, GTE and U.S. Telecom, each own half of the company. The capitalization of U.S. Sprint includes no debt, which is instead included at the parent company level. Adjusting to include some interest charges comparable to those of competing self standing companies could reduce pre-tax profit by another $200 million.

Financial Performance

Together, GTE and U.S. Telecom have lost more than $3 billion, before interest charges and taxes, in their long-distance operations during the years 1985 and 1986 (Table 4). In earlier years, GTE was reporting a slight profit, before interest charges and taxes, while U.S. Telecom had losses.

The company had forecasted a $0.5 billion loss for all of 1987, before interest charges and taxes. But by the third quarter of 1987, U.S. Sprint had already incurred $869 million in losses ($1 billion, if some provision for interest charges were included). Part of the losses reported by U.S. Sprint are due to write-offs of old equipment ($260 million), provisions for uncollectible bills ($76 millions), and reimbursement of customers victimized by illegal use of their codes. While not strictly due to scale economies, these charges are reflective of the pressures facing U.S. Sprint.

Conclusion

If all the losses are averaged over a period of four years, U.S. Sprint loses between $700 and $900 million a year before interest and taxes. Adjusting to include normal interest charges would bring the total annual loss to around $1 billion or more.

Table 4

U.S. SPRINT FINANCIAL RESULTS

			U.S. Sprint	U.S. Telecom			GTE			
$U.S. Millions	9 months 1987	9 months 1986	2nd Half 1986	1st Half 1986	1985	1984	1st Half 1986	1985	1984	1983
■ Long-distance revenues	n.a	n.a	1,141	212	342	222	778	1,345	1,245	578
■ Operating income	(519)	(187)					(107)	(245)	67	82
■ Write-down of assets	(350)							-1,400		
■ Transition costs and other terminations								-374		
■ Long-distance income before interest and taxes	(869)	(187)	(357)	(111)	(493)	(122)	(107)	(2019)	67	82

4. Western Union

Profile of the Operations

Western Union is the smallest carrier covering all of the United States; it specializes in telex, telegram and private network services, somewhat like CNCP in Canada.

Western Union operates both a terrestrial and a satellite-based network. It started construction of a fiber optic network in 1984.

Since 1983, the telex volume has declined by about 15% per year; its overall revenues have also been declining every year. Local access charges have increased substantially, creating major financial problems for Western Union, as discussed later. The company also offers money transfer services, which are believed to be profitable.

Adjustments Required

In its latest financial reports, the company has stated that it cannot afford the investments required to maintain or increase its role in the telecommunications industry. Western Union has not completed a fiber network, unlike its 3 other major competitors.

No adjustments are required here, but the company is not in a tenable position, and is probably also underspending in its day-to-day operations.

The company does not offer public intercity service. But its private network services do compete with those of AT&T. We will assume that Western Union has to offer a discount of at least 5 to 10% from the AT&T levels.

Financial Performance

Since 1983, the company has lost about $1 billion; it now has a negative equity (Table 5). Western Union has been fighting for its very survival over the last few years. Its public accounting firm, Price Waterhouse has qualified the opinion letter, stating that "continuation of Western Union's operations is dependent upon obtaining such additional funding and it is not presently possible to determine whether Western Union will be successful in its efforts". For much of 1986 and 1987, Western Union was on the verge of bankruptcy. For the first nine months of 1987, the company has reported a small loss of $17 million.

A change of ownership control and a reorganization plan have been approved in late 1987 by creditors and shareholders. However, the future of the company is still very uncertain, as the new controlling shareholder is a private individual Mr. Bennett S. Lebow, and not a big corporation with "deep pockets".

Conclusion

The Western Union operations are in serious trouble. Revenues are falling, investments are not made and the company narrowly escaped from bankruptcy. Annual losses can be estimated to be in the $300-400 million range, on revenue of less than $1 billion a year.

Table 5

WESTERN UNION FINANCIAL RESULTS

$U.S. Millions	9 months 1987	9 months 1986	1986	1985	1984	1983
■ Revenues	610	675	889	992	1,049	1,045
■ Income before taxes	(17)	(71)	(542)	(398)	(85)	(58)

5. Telecom Canada and Bell Canada

Profile of operations

In Canada, the local telephone companies own and operate the intercity transmission network in their area of coverage. Telecom Canada is a coordinating body which is unregulated, does not by itself own assets or receive intercity revenues.

In addition to their local and intercity revenues, the larger telephone companies also own a variety of other operations, including manufacturing and venture activities.

The Telecom Canada members are, by far, the dominant carriers in Canada with a market share exceeding 90 percent.

Adjustment required

Of the Telecom Canada member companies, Bell Canada is by far the largest, followed by British Columbia Telephones and then the others. Intercity revenues follow the population and business concentrations; therefore, Bell and B.C. Tel account for about 70 percent of the total intercity revenues.

As federally regulated telephone companies, Bell and B.C. Tel have been directed by the CRTC to prepare estimates of their intercity revenues, costs and contributions. The data are taken from their submissions: "Cost Inquiry Phase III - 1986 Study Report".

Financial performances

The revenue and cost estimates provided to the CRTC by Bell and B.C. Tel confirm the enormous profitability of the intercity operations for the Telecom Canada members (Table 6).

In contrast to the United States, the local and intercity rates have not been rebalanced in Canada: the profit margins on intercity toll easily exceed 60 percent.

Table 6

TELECOM CANADA FINANCIAL RESULTS

$Can Millions	*1986*
■ Toll revenues - Bell Canada + B.C. Tel	4,143
- Telecom Canada	5,754
■ Income before taxes - Bell Canada	2,089
- B.C. Tel	558
- Sub-total	2,647
■ Estimated income before taxes for Telecom Canada	3,676

Sources: CRTC Cost Inquiry Reports and C&L estimates.

This sixty percent margin on sales is roughly equal to that reported by AT&T, when access charges (50 percent) are added to the profit margin before tax (9 percent).

When extrapolated for all Telecom Canada members, the profit before taxes was as much as $3.7 billion in 1986; most of this profit occurs in monopoly services. Bell Canada projects that, unless rate rebalancing occurs, this profit level will keep increasing over time, providing an incentive, through a price umbrella for competition.

Conclusion

The Telecom Canada operations are very profitable. Profit before taxes can be estimated at more than $3 billion a year.

6. CNCP Telecommunications

Profile of the operations

CNCP offers a full range of competitive telecommunications services to businesses and public sector customers. CNCP is a partnership between Canadian National and Canadian Pacific.

The company has recently built extensive sections of a fiber network in Eastern Canada and in some parts of Western Canada. Part of the cost of this network was shared with CN, which was installing its own fiber network at the same time.

Adjustments required

No special adjustments are required, but CNCP may have to write-off its investment in microwave equipment as the fiber system supplants it.

Financial performance

For many years, CNCP has failed to reach its allowed rate of return: from 1982 to 1986, the average return on equity has been only 9 percent. Revenues have been essentially flat in the three years 1984 to 1986. The largest revenue producer for CNCP, the Telex service, may have been shrinking in recent years, in a pattern similar to that experienced by Western Union.

Profits before income taxes have been stable at around $32 million since 1984 (Table 7). Given the low returns shown by CNCP, its recent investment in a fiber network and the decline of its major revenue producer, in would not be surprising to see CNCP announce still lower returns and possibly a loss in the near future.

Conclusion

CNCP shows an annual profit of about $32 million per year; a loss is possible in the near future given the competitive environment, the need to retire some plant and the decline of the Telex business.

Table 7

CNCP FINANCIAL RESULTS

$Can Millions	1986	1985	1984
■ Revenues	344	349	338
■ Profit before income taxes	31.6	36.0	31.7

Sources: Annual report

D. COMPARATIVE RATE LEVELS

For comparison purposes, we will use an industry benchmark, the cost of an MTS call, during normal business hours, at full standard rates. No attempt will be made to take into account the large variety of services, tariffs, discounts, packages and other pricing schemes.

As can be seen from Table 8, for cross-country transmission Canadian rates are three times higher than U.S. rates. For shorter distances, Canadian rates are between 50 and 80 percent higher than U.S. rates. The non Bell carriers try to offer a discount from the Bell rates. The precise discount is difficult to estimate but has shrunk over the years, and was around 8-10 percent in 1986.

For the two companies that do not offer MTS, Western Union and CNCP, we know that their overall rate structure still offers a discount from the Bell carriers.

Table 8

COMPARATIVE TELECOM RATE LEVELS (1986)

	U.S. Carriers ($U.S.)			Can. Carriers ($CDN)	
	AT&T	MCI	U.S. Sprint	Telecom Canada	CNCP
■ Longer distance					
(Canada: Mtl. - Vancouver)					
(U.S.: NYC. - San-Francisco)					
1st minute	0.38	0.34	0.39	0.94	
Additional. minutes	0.30	0.32	0.34	0.94	
Greater than $300/month			0.26		
■ Shorter distance					
(Canada: Mtl. - Toronto)					
(U.S.: NYC - Boston)					
1st minute	0.31	0.28	0.28	0.45	
Additional. minutes	0.25	0.26	0.25	0.45	
Greater than $300/month			0.22		

E. COMPETITIVE COST POSITIONS

1. Construction of the Graph

The above data is summarized in Table 9. All of the data accumulated on the size, the adjusted financial performances and the comparative rate levels can be integrated in one graph to show the effect of scale economies (Table 10).

The horizontal axis positions each company according to its size, in terms of annual long-distance volume. AT&T was established as the 100 base: the other U.S. companies are positioned by dividing their revenues by those of AT&T. In Canada, the rate levels are much higher: to obtain a truer picture of annual volume, we also adjusted for the tariff differential. The scale is on a logarithmic basis, given the extremely large size differences between companies: MCI is less than 10 percent the size of AT&T, and CNCP is less than one half of one percent the size of AT&T.

The vertical axis is labelled "dollars per minute": this serves to calibrate for the differing rate levels between Canada and the United States. The Canadian level is set at 94 cents, while the U.S. level is set at about 32 cents, all in local currencies. As discussed in an earlier section, a later graph will present these figures after adjusting for exchange rates.

Given that there is a range of profitability for each company, estimated in an earlier section, each company's results are represented by a bar rather than by a point. And since the horizontal axis is on a logarithmic scale, the size of each bar will be proportional to two factors: the profitability for that company and its position on the horizontal axis. For example, for MCI the profitability range is $500 million; for CNCP the profitability range is less than $80 million, but its bar is bigger than that of MCI because of its position on the horizontal scale.

Table 9

SUMMARY DATA SHEET FOR CANADIAN AND U.S. COMPANIES

Company	Company size in 1986		Profitability range	
	$ Local	Volume index	Local currency	Canadian currency
AT&T	$38,701	100	$+3,371 to +3,600	+4,700 to +5000
MCI	3,592	9.3	-500 to +50	-700 to +70
U.S. Sprint	2,132	5.5	-700 to -1,200	-1,000 to -1,700
Western Union	889	2.3	-500 to -300	-700 to -400
Telecom Canada	5,991	5.4	+3,100 to +3,700	+3,100 to +3,700
CNCP	340	0.3	+30 to -30	+30 to -30

Exchange rate: 1.39, average for 1986.

The shaded area in the graphs denotes the possible cost ranges for the intercity networks in Canada and the United States. The profitability at each company is denoted by the distance between the pricing horizontal line and the cost curve.

A profitable company will have its bar below the rate level, as its costs are lower than its revenues. An unprofitable company will have its bar above its rate level, as its costs are higher than its revenues.

Each company is positioned on the graph according to its size, its comparative rate level and its adjusted profitability range. In the case of MCI for example, its position is established as follows. The horizontal axis shows its size as 9 percent of AT&T's. The vertical axis is based on a discount of about 8 percent from AT&T rate levels, and a profitability range varying from break even to a loss of $500 million. Therefore, the bar rises above its rate level.

U.S. Sprint and Telecom Canada were about the same size in 1986 in terms of volume. U.S. Sprint is above its rate level, given that it loses large sums of money. Telecom Canada is way below its own rate level, given that it makes even larger profits on intercity services.

2. Observations

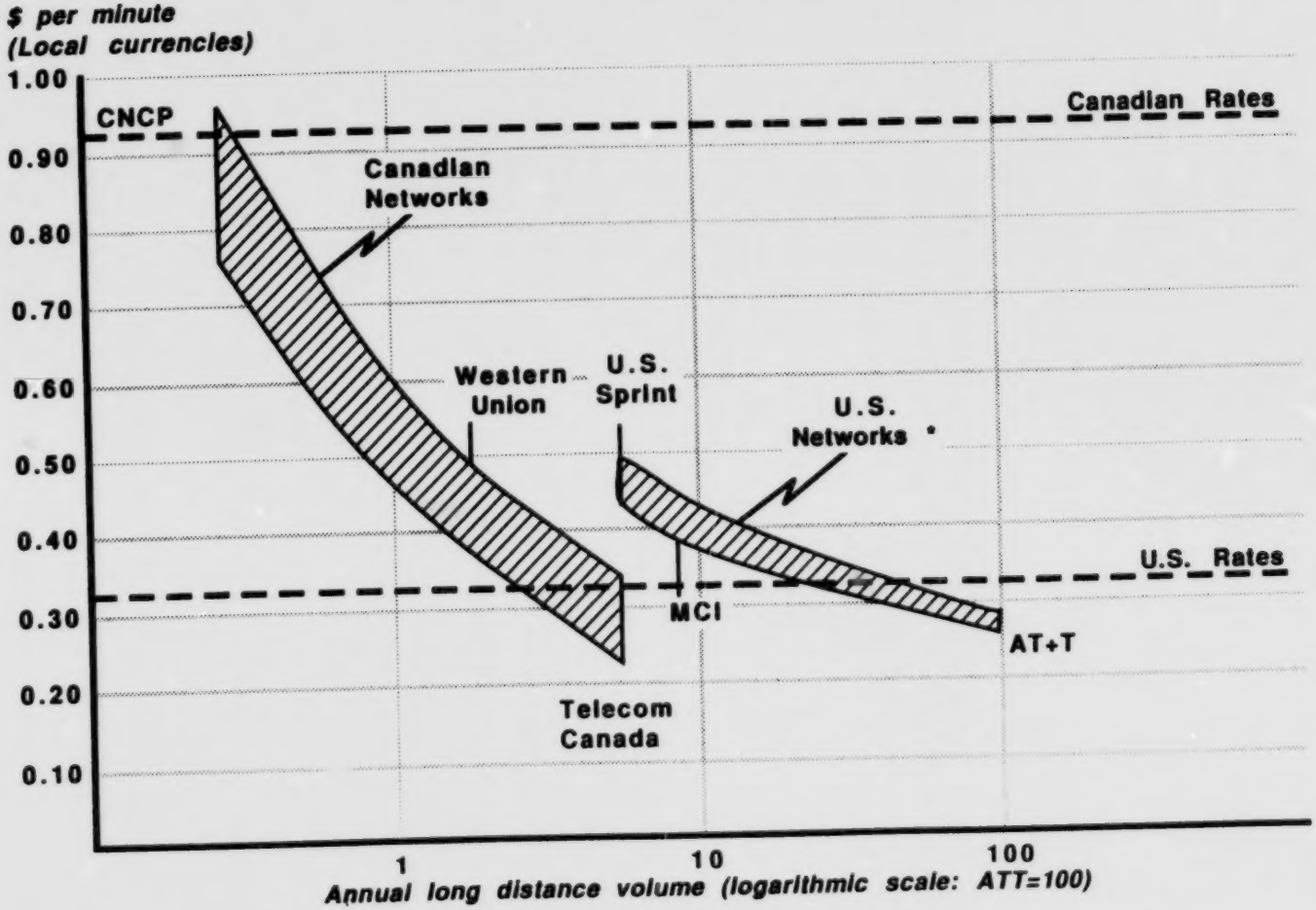
Two cost curves were drawn in Table 10, to reflect the difference between the Canadian and the U.S. networks. As discussed earlier, each Canadian network basically has only one East-West fiber route. Each U.S. carrier has at least two transcontinental routes, as well as at least two North-South routes: thus each has a more complex network than the Canadian carriers.

The U.S. cost curve was fitted through AT&T, MCI and U.S. Sprint. Western Union was ignored given that it does not have a modern fiber network, and cannot afford one, by its own admission.

Table 10

COMPETITIVE COST POSITION OF CANADIAN AND U.S. INTERCITY NETWORKS

FROM FINANCIAL RESULTS - LOCAL CURRENCIES



* The cost data for U.S. networks includes access charges

The Canadian cost curve was fitted through Telecom Canada and CNCP. While the position for Telecom Canada is quite certain, that of CNCP is quite uncertain. CNCP has shared the cost of its FOTS network with CN, the company appears to operate at break even but could announce significant losses, and it does not offer MTS service at those rates. On balance however, the indicated position for CNCP should reflect the possible range.

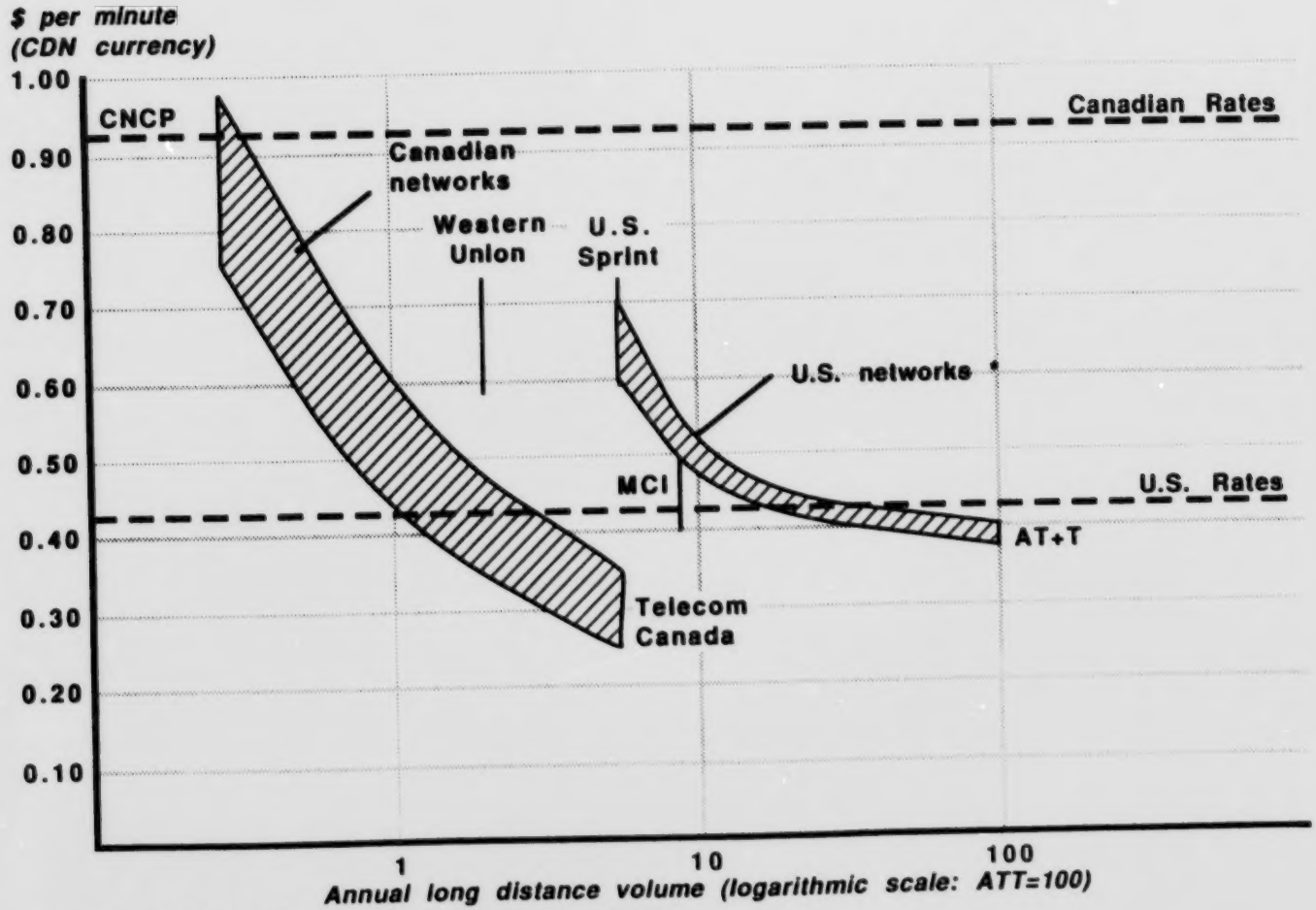
For both Table 10 (local currencies) and Table 11 (Canadian currency), the cost data for U.S. networks includes access charges. When such U.S. network access charges are removed, as in Table 12, the resulting cost curve for U.S. network is shifted downwards. The U.S. curve is now almost a direct extension of the Canadian curve, demonstrating further the strong presence of economies of scale, scope and fill.

Intercity rates have decreased by about 36 percent in the last few years in the United States. Thus squeezing the margins available to competitors, and pushing them into a loss position, while still maintaining a good profit for AT&T. If the same were to happen in Canada, Telecom Canada could reduce its rates drastically and still maintain profitability, while CNCP would be pushed into a significant loss position.

Table11

COMPETITIVE COST POSITION OF CANADIAN AND U.S. INTERCITY NETWORKS

FROM FINANCIAL RESULTS - CANADIAN CURRENCY *



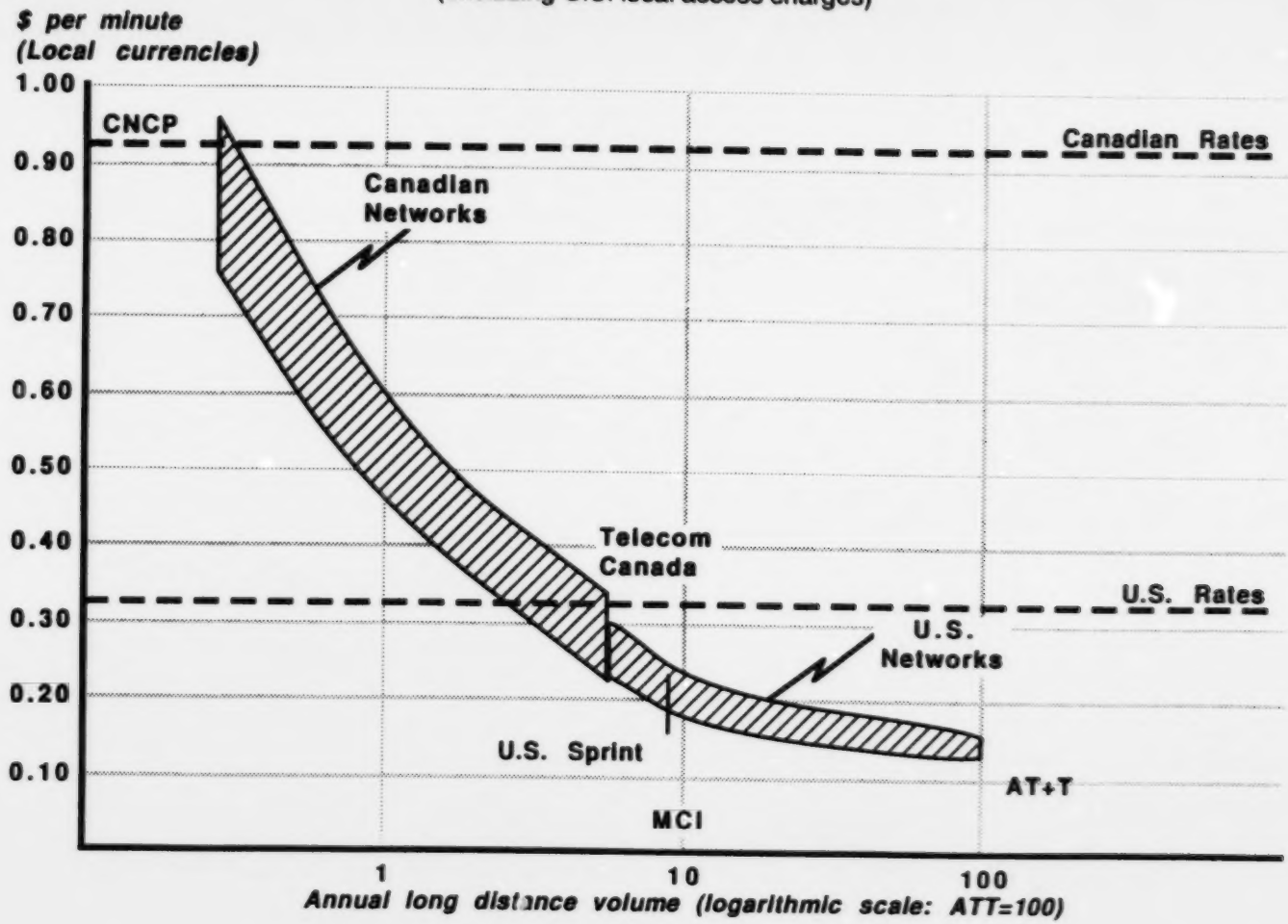
* The cost data for U.S. networks includes access charges

Table 12

COMPETITIVE COST POSITION OF CANADIAN AND U.S. INTERCITY NETWORKS

FROM FINANCIAL RESULTS - LOCAL CURRENCIES

(excluding U.S. local access charges)



F. CONCLUSION OF THE FINANCIAL ANALYSIS

The financial evidence examined in this section has supported the view that economies of scale and scope do exist in intercity transmission.

The data are far from perfect. Nonetheless, after all the adjustments, the results still show that smaller carriers lose money while big carriers are extremely profitable. These results are consistent with the presence of strong economies of scale and scope, and the current technology level.

Judging from the financial results of U.S. and Canadian carriers, a small carrier can coexist with a big carrier only if a price unbrella is provided. Otherwise, the unfavorable cost position of the small carrier pushes it in a significant loss position, due to strong economies of scale and scope.

SECTION V:
THE EVIDENCE - THE COST ACCOUNTING APPROACH

MARCH 10, 1988

V. THE EVIDENCE - THE COST ACCOUNTING APPROACH

A. INTRODUCTION

The structure of the cost function for the provision of public long distance service can be examined using data generated by costing studies. These studies, which take many different forms, are performed in Canada and the U.S. as one means for providing the information needed to ensure that effective regulation is accomplished.

This section applies data obtained from costing studies performed in the U.S. and Canada to determine the nature of the cost function.

B. OVERVIEW OF APPROACH

In order to test specifically for economies of scale and scope a number of stringent conditions must be met, including a simultaneous, proportional expansion of inputs and constant technology. The difficulties of performing this experiment have been alluded to in a previous section.

The use of costing data to examine for the presence of economies of scale and scope faces similar problems, in that the time profile of costing data is influenced by the changing technologies in the network.

It is instructive, however, to use this information to establish trends in the unit cost of providing long distance telephone service. The changes in the price per unit over time can then be linked to the specific economies of scale and scope identified in the engineering and financial approaches.

A variety of methodologies are used in costing studies, reflecting differences in the objectives of each. Each analysis includes a discussion of the assumptions employed by the study to highlight the reliability and comparability of the results.

A number of different sources were used to collect data. We approached contacts in the telecommunications industry and consulted with regulators in both Canada and the U.S. (several people at the FCC were interviewed in person). We also asked for data from Telcos and searched the public record.

The amount and detail of costing data available in the U.S. far surpasses that available in Canada. As a result the more in depth analytical evidence developed from American sources is presented first, followed by the Canadian evidence.

C. AMERICAN ENVIRONMENT

We employ two strategies for evaluating the profile of the long distance cost function. First of all we examine the impact that older technologies have had on the real cost per circuit mile. This gives some historical perspective, providing the basis for comparing the impact of the newer technologies.

The second strategy is to use relatively current data to determine the impact that current technologies have had on the real cost per circuit mile. The costing data since 1984 gives a relatively clean indication of the impact of the more recent technologies (fiber optics and digital microwave) on the cost function. These technologies have been the primary interstate long distance transmission technology installed

since 1984. The results from this exercise will then be compared with the results of the historic analysis to give an idea of the specific impact of the new technologies relative to older ones.

1. Historical Impact of Technology

In the United States, detailed cost information for AT&T long distance business was, up until 1982, compiled and presented in the Long Lines Statistics manual. This data is sufficiently comprehensive to construct a series of the average investment[1] per circuit mile for Message Toll Service over the years 1960 to 1982. The results are presented in Figure 1[2]. The real cost per circuit mile declines to less than one quarter of its 1960 level by the year 1982.

The declining real cost per circuit mile over the full range of actual market demand (there was no significant competition in the long distance market in this time period) suggests that, on an historical basis, the introduction of new technologies and the realization of economies of scale and scope all caused the cost per circuit mile to decline.

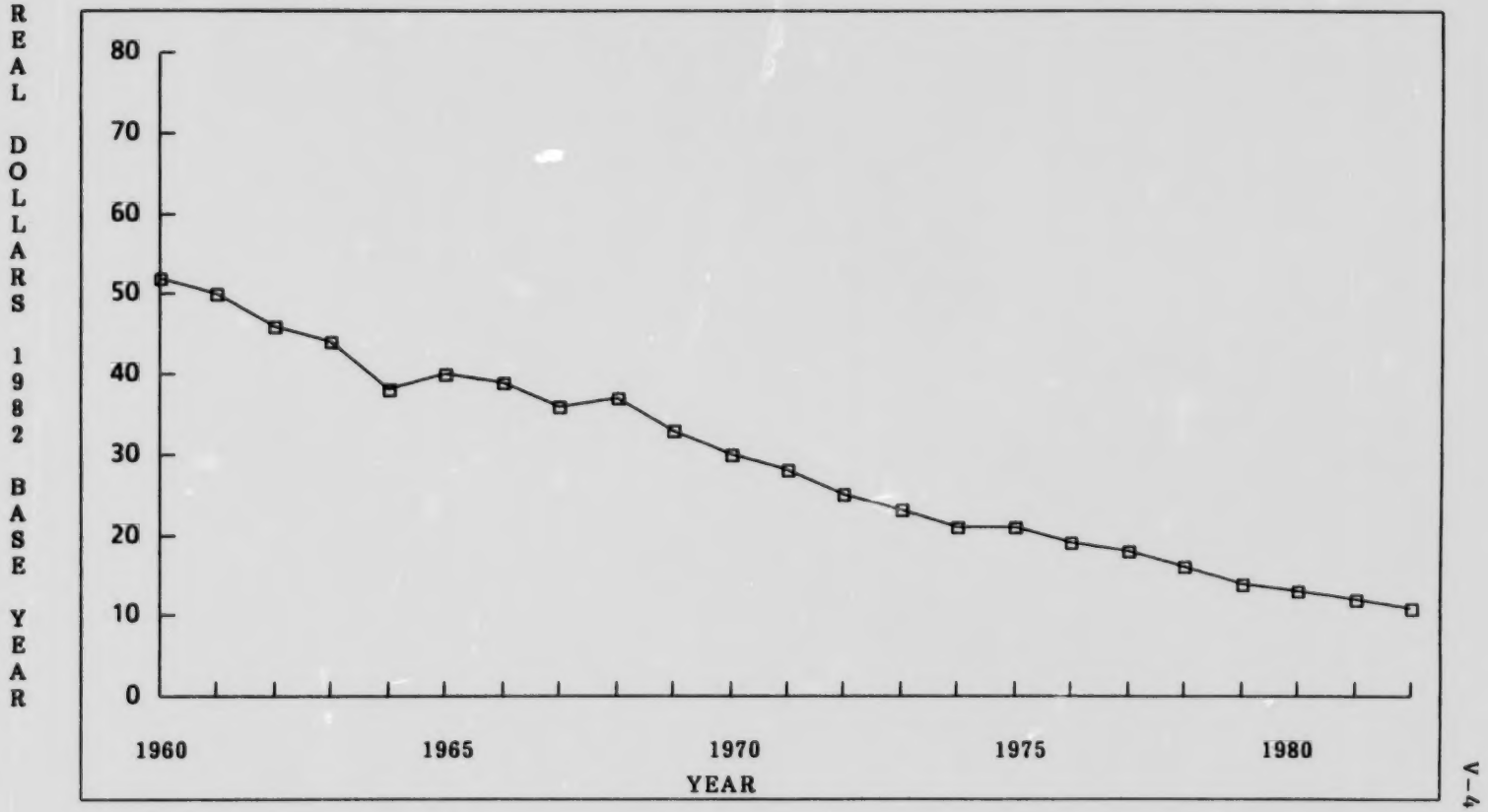
The other potentially important contributor to the decline in the cost per circuit mile over this time frame is the degree of fill in the transmission facility. The

---

1 "Investment" refers to the book value of the plant in service

2 These results are presented in real dollars, with a 1982 base year. We employed a Telephone Consumers Price Index to deflate the nominal dollar series. This index measures telephone service prices, rather than input costs. As such it may not be totally accurate, but we feel that it will be a reasonable approximation.

FIGURE 1 - AVERAGE INVESTMENT
PER CIRCUIT MILE (AT&T)
1960 TO 1982



major cost of a transmission system is the cost of installing the network. As a result, it is common for telcos to place considerable excess capacity to forego future construction costs. This is intuitively appealing, particularly in light of the relatively low incremental cost of cable and microwave electronics. Therefore, as demand grows and capacity is brought on line, the embedded book value of the facility is spread over a larger base, causing the unit cost per circuit mile to decline. Clearly the size of the excess capacity that is installed will also impact on the degree to which costs decline.

While increasing fill is undoubtedly a plausible explanation for the declining trend of the real cost per circuit mile, there was a sustained level of net additions to transmission plant over the time period examined. Therefore, total capacity was constantly rising which would suggest that fill did not play a very important role.

It should be noted that since the indicator is the <u>average</u> cost per circuit mile, the decline in this series is impeded by the older, relatively more expensive technologies included in the embedded cost base.

It is difficult to develop precise statements about the role specific technologies play in causing the real cost per circuit mile to decline. Ideally we would like to examine the relative cost per circuit mile for each technology by splitting the number of circuits supplied by each of copper, fiber, microwave (analogue and digital) and satellite. However, the data is not disaggregated sufficiently to perform such an analysis.

An alternative is to estimate the number of circuits supplied by each technology. However, there is potential for large error due to the fact that the circuit capacities of each technology have been increasing over time (for example, the capacity delivered in 1986 (on 565 Mb/sec systems) of 8,000 voice circuits is expected to increase to 25,000 voice circuits per fiber pair (1.7 Gbit/sec system) over the next few years). As a result, using one number to reflect a technology's capacity over time could lead to inaccurate estimates of the number of circuits actually available.

We can conclude from this data that the real cost per circuit mile has declined over this time period, and that the introduction of innovative technologies into the network and the realization of economies of scale and scope all played a role in determining the trend.

2. Impacts of Recent Technology

Digital technologies and fiber optics have become prevalent in the telecommunications network since 1983. Hence, the impact that these technologies have had on the cost function is examined over the 1983 to 1986 timeframe.

The Long Lines Statistics manual was discontinued in 1982. Therefore, it is necessary to use other sources of data to construct the series of the average investment per circuit mile for 1984 to 1986. These sources include the Fully Distributed Costs (FDC) report, the Form M report and Section 214 of the Blanket Filings report. The methodology employed is described in Appendix 1. We have attempted to verify the accuracy of this methodology with the FCC, AT&T and a consulting firm that has been retained

by AT&T to perform similar analysis, however have been unable to do so.

Data from 1983 is not presented due to collection problems and uncertainties of the causes of cost and capacity variation during the AT&T divestiture.

The results from this assessment are presented in Figure 2.[3] The average cost per circuit is in the range of those reported in other studies[4]. They do not show a declining trend themselves, although this is likely due to the fact that new additions to plant overwhelm other factors during this time frame, as is presented in Figures 3 and 4[5].

Hence it should be expected that the average investment per circuit mile will decline over the foreseeable future, as demand rises.

A special costing survey, prepared by the Federal Communications Commission (FCC) to analyze developments in the deployment of fiber optics[6], tends to support this conclusion. It reports:

---

3 Once again, these results are reported in real dollars, with base year = 1982.

4 This refers to the nominal dollar amounts. See Minoli, Dan, "1987-1992 Outlook for Fiber-Optics Use in the Telecommunications Industry: Part I", in Communications News, August 1987.

5 Since the AT&T divestiture in 1983 the capacity of the fiber network alone has grown ten fold.

6 "Fiber Deployment as of Yearend 1986" by Jonathan Kraushaar, Industry Analysis Division, Common Carrier Bureau, Federal Communications Commission, Washington, D.C.

FIGURE 2 - AVERAGE INVESTMENT PER CIRCUIT (AT&T) 1960 TO 1986

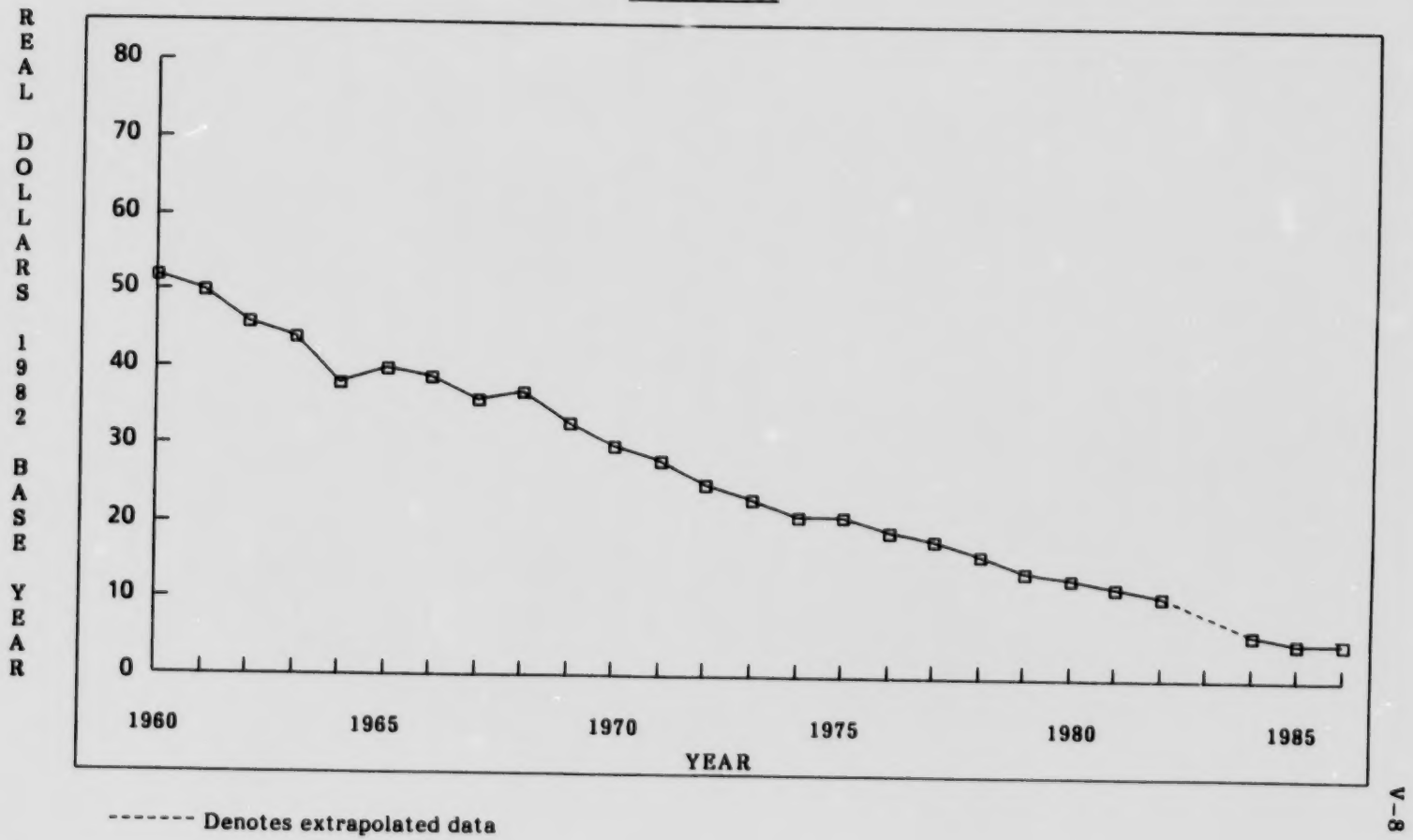


FIGURE 3 - REAL PLANT IN SERVICE (AT&T)

CABLE AND RADIO AND SATELLITE

1960 TO 1986

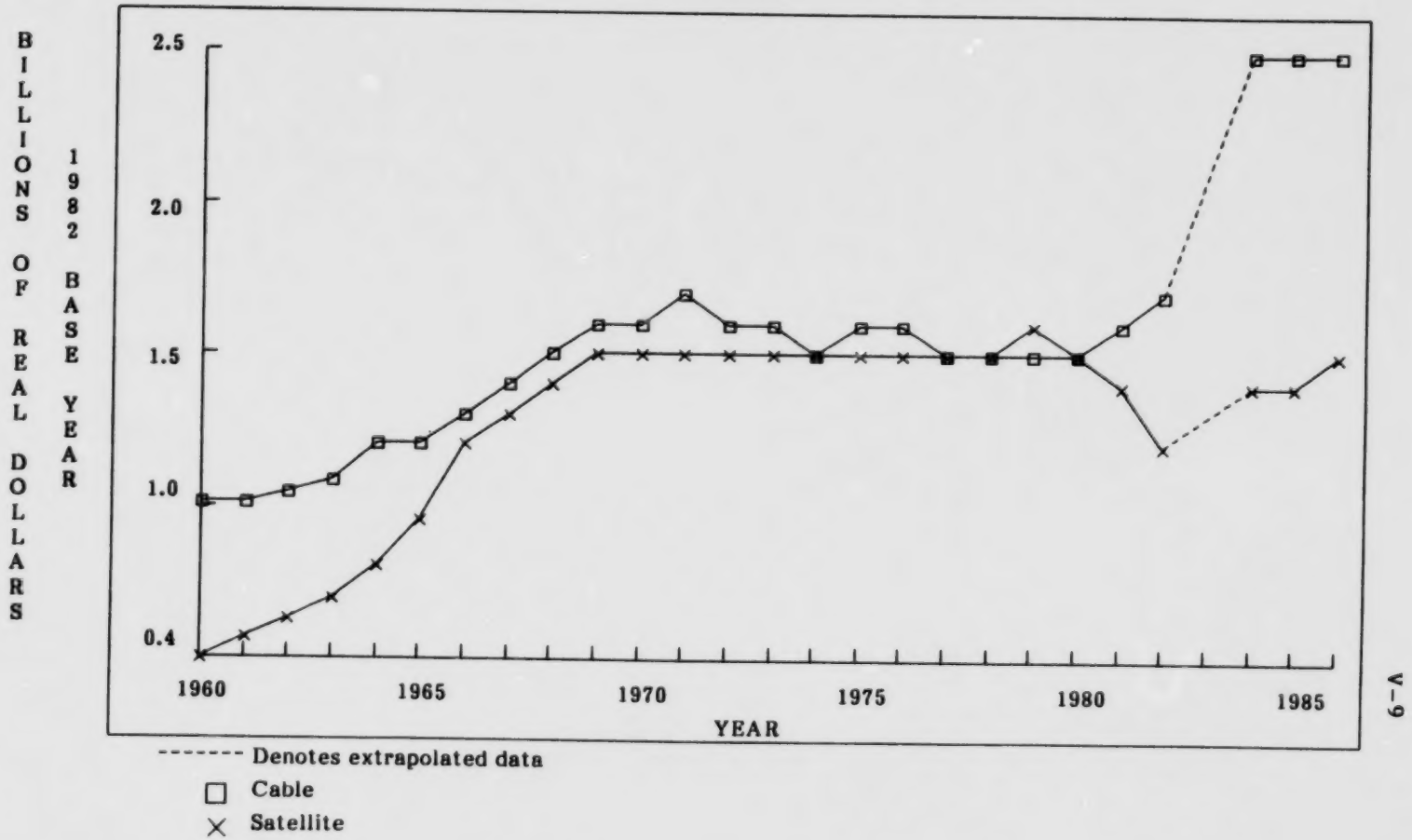
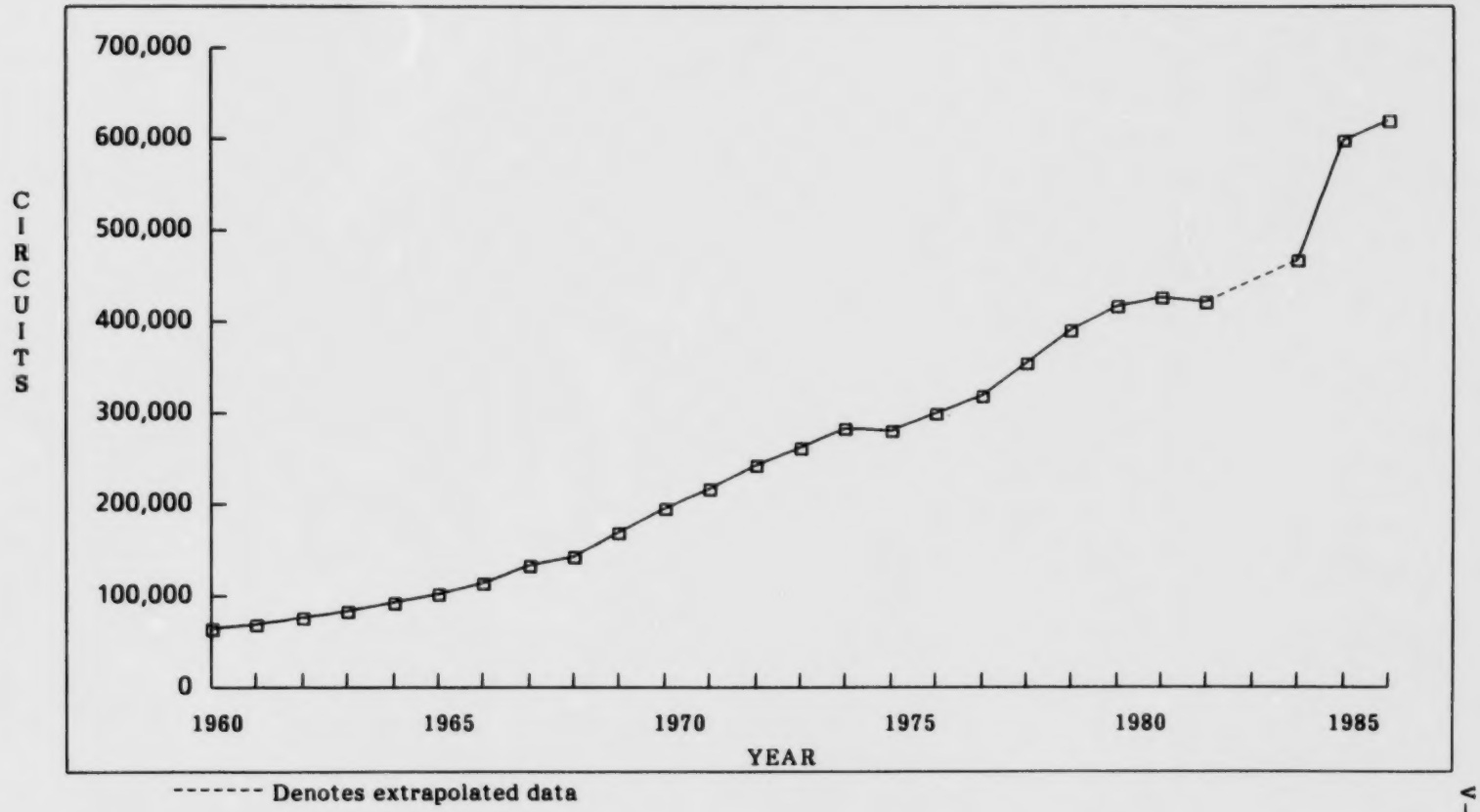


FIGURE 4 - NUMBER OF WORKING CIRCUITS (AT&T)
1960 TO 1986



> "The technology development and resulting system capacities may prove to provide a virtually endless supply of circuits using the underlying fibre investment made by these companies and significantly affect the relative switching and transmission economies and resulting cost of service for years to come."

The paper also notes that the installed cost of fiber per route mile was in the range of $65,000 to $115,000 for 1986. The preliminary estimate provided for 1987 has declined to the range of $50,000 to $100,000.

The real cost per circuit mile can also be compared to the series produced from the historic analysis[7]. It is interesting to see that the real cost per circuit mile declines by about two thirds between the last year of the historic analysis series (1982) and the first year of the new technology series (1984). It is apparent from Figure 2 that the impact of the introduction of new technologies on the real cost per circuit is consistent with, albeit much larger than, the effect of previous technologies.

D. CANADIAN ENVIRONMENT

1. Bell Canada

Our analysis of Bell Canada costing data focuses on the impact of recent technologies on the cost function. We have attempted to perform an analysis of the historical

---

7 It is important to note that the methodologies used in the calculation of the two series may be different, since we were not certain as to how some of the costs and capacities were calculated in the AT&T Long Lines Manual. However, the orders of magnitude should be reasonably accurate.

impact of technologies, however there is insufficient cost and capacity data to construct a series.

The evidence for the impact of recent technologies on the cost function comes from a service costing methodology employed by Bell Canada that produces comparative information on the incremental revenues and costs of a long distance call. This methodology, known as the PARC (Prospective Annualized Revenue Cost) study, has been used by the Company to justify tariff amendments. Details on the PARC methodology are provided in Appendix 2.

Our approach for this analysis is to examine the impact that increasing amounts of new technologies have had on the capital related cost of a DDD toll message at the margin. We employ data from 1982, 1983 and 1985 DDD PARC studies[8] filed with the CRTC by Bell Canada.

This analysis differs somewhat from that applied to U.S. costing data. Two specific points of departure are noteworthy:

- The "cost" presented in the PARC study is a prospective, incremental (marginal) cost[9], rather than an embedded, average cost as was used in the U.S. analysis. It also reflects all capital related costs, including maintenance expenses, whereas the U.S. costs are strictly those that were capitalized.

---

8 This data is deflated to a 1982 base year, using a Bell Canada Telephone Price Index. This index reflects factor input prices.

9 As discussed in Appendix 2, the "cost" is actually an annualized cost, calculated by present worthing all the cost cash flows occurring in the study period, then forming an annuity from this amount.

- The analysis considers the per message cost rather than the per circuit cost. The cost per message is a proxy for the cost per unit of available capacity. We assume that facilities provisioning practices keep a stable relationship between demand (calls) and supply (capacity) of circuits. Indeed Bell Canada employs this assumption in their PARC methodology, in that they assume that the use of available capacity advances the purchase of new capacity.

The differences between these methodologies restricts direct comparability between results from Canada and the U.S.

The results of the analysis are presented in Figure 5. The cost per message declines by about 35% between 1982 and 1985. There are significant amounts of new technologies in this in the network over this time frame.

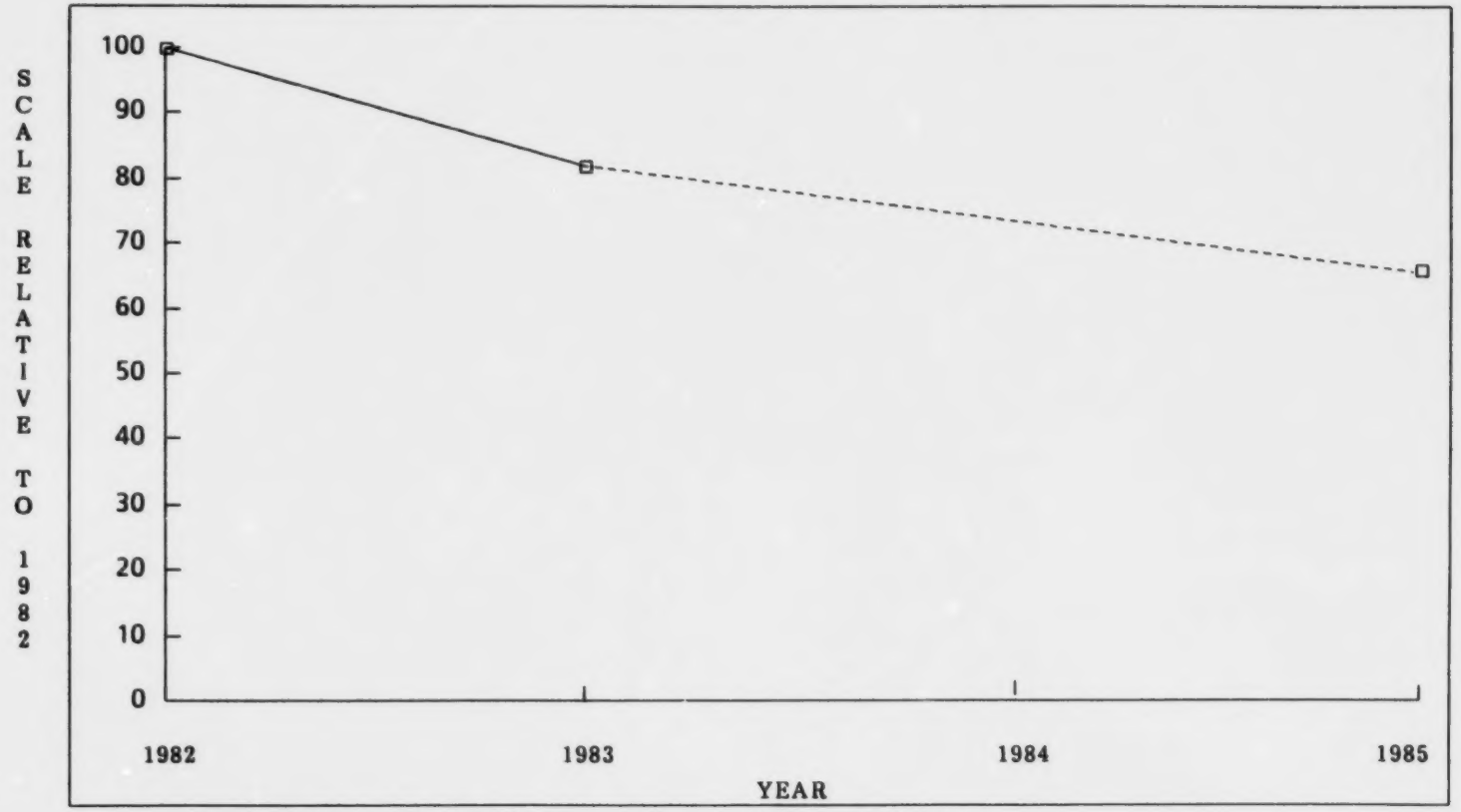
Unlike the U.S. analysis, an increasing degree of fill cannot play a role in causing the cost per message to decline. This is because the PARC methodology employs the assumption that the use of spare capacity advances (or "causes") the purchase of additional capacity. Therefore the measure of cost provided by the PARC study is not influenced by fill considerations.

As with the analysis of the U.S. costing information, there is insufficient data to disaggregate this cost into the component technologies.

The PARC study methodology focuses on the growth portion of demand for DDD service. Hence the study results

FIGURE 5 - REAL MARGINAL COST PER DDD LONG DISTANCE MESSAGE (BELL CANADA) *

1982 TO 1985



* The absolute magnitudes of these data are considered confidential. The relative scale reflects real dollars (1981 base year).

------- Denotes extrapolated data

indicate that the real cost per message is declining at the margin between 1982 and 1985.

2. CNCP

In its submission to the Interexchange Competition and Related Issues public inquiry CNCP presented an economic evaluation of the internal rate of return that would arise if it were allowed to enter the Message Toll Service market. This information can be applied to assess the desirability of multi-suppliers in the MTS market.

As was pointed out in Telecom Decision CRTC 85-19, minor variations in CNCP's economic evaluation assumptions would make the service financially unviable given only 8% market share. This service costing evidence apparently played a significant role in the decision to reject the CNCP application.

In order to acquire any significant market share CNCP felt that price discounts must be offered. And yet this very discounting process does not generate sufficient revenues to cover the cost of providing long distance service. It is therefore apparent that the cost of providing service is lower at higher demand levels than at low levels[10]. This would indicate that there are substantial economies of scale that can be realized only with a high market share.

---

10 The technologies employed by CNCP and its potential competitors are similar, given that each has a significant amount of fiber in their networks.

E. CONCLUSIONS

The Canadian and American data presented in this section demonstrate that the cost per unit of production has been declining and should be expected to decline in the future.

While the role of economies of fill in causing the unit cost to decline is addressed by the cost accounting approach, the relative roles of new technologies and economies of scale and scope cannot be determined using these data alone. Technological efficiencies in the provisioning of long distance telecommunications service probably do exist (for example, fiber optics systems require fewer repeaters than copper systems). However, we feel that these efficiency gains do not adequately explain the persistent decline in costs per unit identified in the U.S. and Canadian data. The economies of scale and scope identified in the Engineering and Financial Approaches suggest that these factors play a larger and more significant role in causing the decline in the cost per unit.

APPENDIX 1 -PROXY METHODOLOGY EMPLOYED FOR DEVELOPING THE 1984-1986 AVERAGE BOOK VALUE PER CIRCUIT MILE FOR AT&T

The methodology for developing AT&T's average book value per circuit mile between 1984 and 1986 assembles cost and utilized capacity data to mirror the methodology reported in AT&T's Long Lines Statistics manual. A number of sources were used, including:

* AT&T's Fully Distributed Costs (FDC) report;

* AT&T's annual Form M report; and

* AT&T's Form 214 Blanket Filings.

The purpose of these reports and their role in the methodology is discussed below.

In the United States, AT&T files the Fully Distributed Costs (FDC) report with the Federal Communications Commission (FCC) in support of annual rate of return filings for long distance services. The purpose of this report is to split total interstate (long distance) operating costs, on the basis of direct assignment or an allocation methodology, into the following categories:

* Public Switched Network;

* Private Line; and

* Total Interstate.

The detailed methodologies employed in the FDC reports are based on the Interim Cost Allocation Manual adopted by the FCC

in CC Docket 79-245, as well as five subsequent, but apparently minor, revisions up to 1986.

To get a cleaner indicator of the costs attributable to the Public Switch Network category, the FDC report data is combined with data from the annual Form M report filed by AT&T with the FCC. This report is particularly useful because it presents a detailed analysis of the telephone plant accounts, including a breakdown of the costs of Central Office Equipment and wire transmission facilities as well as plant mileage.

The Section 214 Blanket Filings are made to the FCC annually to detail AT&T's construction plans. Data on the number of circuits was drawn from these filings.

APPENDIX 2 - BELL CANADA'S PARC STUDY METHODOLOGY

The PARC methodology is of particular interest for our study because it reflects the cost of installing and maintaining the growth technologies, in particular fibre optic and digital microwave transmission facilities.

In the CRTC operating environment, economic evaluation studies filed in support of new service offerings are performed according to a prospective, incremental costing approach, as set forth in Phase II of the Cost Inquiry (Telecom Decision CRTC 79-16).

Bell Canada has also developed a test based on the Phase II principles that has been utilized for costing out existing services. This so called PARC methodology, while prospective and incremental, is more simplified than the full NPV evaluation method prescribed in the Phase II Decision. The simplifying assumptions include:

* evaluating a constant, hypothetical level of growth demand, over a ten year study period; NPV studies assess forecasted levels of demand over an appropriate study period;

* assuming that the demand occurs on growth routes, and therefore uses growth technology; NPV studies

* annualizing costs and revenues over the study period; the NPV indicator presents the net cash flows at a single point in time.

The PARC study is the ratio of the annual equivalent costs (AEC) to the annual equivalent revenues (AER). AEC's and AER's are annuities formed over the study period from the present worth of all of the cost and revenue (respectively) cash flows

expected over the study period. Our focus is the AEC's, and more specifically, the capital related portion of these costs, which include:

* **capital**, consisting of the installed cost of capital and any capital needed to replace disbursed retirements;

* **expenses**, including all expensed capital related resources categorized by Bell Canada as direct, indirect and variable common; the list of inclusions is lengthy, and will include overhead costs that are considered to be causal;

* **taxes**, including applicable income taxes and capital and revenue taxes; and

* **salvage and removal costs**, incurred upon retirement of assets.

These cash flows are discounted to the present, using Bell Canada's composite cost of capital as the discount rate. This single amount is then formed into an annuity over the study period.

SECTION VI:
THE EVIDENCE - THE ECONOMETRIC APPROACH

MARCH 10, 1988

VI. THE EVIDENCE - THE ECONOMETRIC APPROACH

This section provides a brief review of some of the econometric evidence on the issue of natural monopoly. The analysis traces the increasing sophistication of empirical techniques applied to the issue. It is drawn from excellent material prepared by the CRTC.

A. SURVEY OF ANALYTICAL TECHNIQUES

The first attempts to identify the presence of natural monopoly conditions focused on the existence of economies of scale. For example, if all inputs are doubled and output increases by 150%, the firm was described as a natural monopoly.

Researchers found that the functional forms available to estimate production functions, and thereby characterize different physical parameters of the production process, are very limited. It was suggested that an alternative way of observing whether economies of scale are present in the production process is to examine the cost function[1]. Most of the empirical work since this time has focused on the cost function, which can be estimated using a wide array of functional forms.

The next major debate that arose was whether economies of scale accurately defined the conditions for a natural monopoly. It became apparent that economies of scale were neither necessary nor sufficient to define a

---

1 The cost function is said to be the "dual" of the production function. The relationship arises because a firm that seeks to maximize output given a certain set of inputs is, equivalently, minimizing the cost of producing a given output.

natural monopoly: economies of scope could create the natural monopoly conditions in the absence of scale economies or diseconomies of scope could be large enough to outweigh economies of scale. Most research since this time has focused on identifying the mutual existence of economies of scale and scope. This more general specification of the natural monopoly condition is referred to as subadditivity of the cost function.

The final development that we will consider is the research that has been done into the natural monopoly conditions that might exist for individual goods produced using a joint production process. Conclusions about the economies of scale for individual products cannot be drawn from knowledge about the economies of scale for the aggregate production process. For example, the production of one product might exhibit diseconomies of scale, which in the aggregate are outweighed by large scale economies prevalent in the production of another good. As a result, researchers began disaggregating outputs in order to test for product specific economies of scale.

B. RESULTS

The studies that were reviewed fall into two classes:

1. Single aggregate output

These studies were performed by Denny-Fuss (1980), Christensen et al (1981b) and Nadiri-Shankerman (1981, 1986). These studies reported strong economies of scale for the provision of telecommunication services, but offer no evidence as to the presence of economies of scope, or economies

of scale, specifically in the provision of long distance.

2. Disaggregated outputs

These studies include Fuss-Waverman (1981a,1981b), Denny et al (1981), Kiss et al (1983), Alleman (1985) and Bernstein (1987). The Fuss-Waverman studies report difficulty in measuring economies of scale at the aggregate level, apparently caused by the specification of the model they selected. The Alleman study reports diseconomies of scale at an aggregate level for telecommunications services. The other three studies conclude that aggregate economies of scale are strong.

Economies of scope were tested in the Fuss-Waverman (1981a,1981b), Kiss et al (1983) and Alleman (1985) studies. All four found that cost complementarities were at best weak.

Fuss-Waverman (1981b), Kiss et al (1983) and Alleman (1985) and Bernstein (1987) tested for economies of scale in the provision of long distance service. The Alleman and Bernstein studies identified economies of scale that were statistically significant, although each used unconventional model specifications.

Figure 1 summarizes the key features of the studies reviewed in the CRTC material.

Additional studies that have been performed, as compiled by the CRTC, are referenced in the attached bibliography.

FIGURE 1

SUMMARY OF EMPIRICAL EVIDENCE

FEATURES	STUDIES		
	DENNY-FUSS (1980)	CHRISTENSEN ET AL (1980)	DENNY ET AL (1980)
DATA SET	Bell Canada, 1952-72	AT&T, 1952-77	Bell Canada, 1952-76
OUTPUTS	Single aggregate output	Single aggregate output	Q1 = message toll Q2 = private line + WATS + TWX Q3 = local + miscellaneous
Aggregate Economies Scale	Strong	Strong	Strong
Economies of Scope	N/A*	N/A*	Not Reported
Economies of Scale in Long Distance	N/A*	N/A*	Not Reported

* Not applicable since product specific outputs were not estimated.

FIGURE 1 (cont'd)

SUMMARY OF EMPIRICAL EVIDENCE

FEATURES	STUDIES		
	NADIRI-SHANKERMAN (1981)	FUSS-WAVERMAN (1981a)	FUSS-WAVERMAN (1981b)
DATA SET	AT&T, 1947-76	Bell Canada, 1952-75	Bell Canada, 1952-77
OUTPUTS	Single aggregate output	Q1 = message toll Q2 = private line + WATS + TWX + miscellaneous Q3 = local	Q1 = MTS + WATS Q2 = private line + TWX Q3 = local + miscellaneous
Aggregate Economies Scale	Strong	Weak	Not statistically reliable
Economies of Scope	N/A*	Zero	Negative
Economies of Scale in Long Distance	N/A*	Not reported	Not statistically reliable

* Not applicable since product specific outputs were not estimated.

FIGURE 1 (cont'd)

SUMMARY OF EMPIRICAL EVIDENCE

FEATURES	STUDIES			
	KISS ET AL (1983)	ALLEMAN (1985)	NADIRI-SHANKERMAN (1986)	BERNSTEIN (1987)
DATA SET	Bell Canada, 1952-78	GTE, not specified	AT&T, 1947-76	Bell Canada, 1952-79
OUTPUTS	Q1 = local + directory advertising + misc. Q2 = MTS + WATS Q3 = competitive toll	Q1 = Access Q2 = local Q3 = toll	Single aggregate output	Q1 = local Q2 = toll
Aggregate Economies Scale	Strong	Diseconomies	Strong	Strong
Economies of Scope	Weak	Weak	N/A*	Not Reported
Economies of Scale in Long Distance	Not statistically reliable	Strong	N/A*	Strong

* Not applicable since product specific outputs were not estimated.

C. CONCLUSIONS

The empirical studies reviewed do not present conclusive evidence of the presence of economies of scale and scope. Studies of both Bell Canada and AT&T have found economies of scale in the aggregate telecommunication services cost function. However, the studies that investigated economies of scope showed only weak cost complementarities between the production of telecommunication services, despite strong intuitive and anecdotal evidence. This suggests that the economies of scope evidence may not be reliable, thereby limiting the conclusions that can be drawn about subadditivity.

As for the long distance cost function, no consensus has been achieved in the empirical literature regarding the existence product specific economies of scale.

The lack of evidence from econometric studies has been a driving force behind the use of alternative approaches to investigate the issue of the presence of a natural monopoly industry structure for long distance service.

BIBLIOGRAPHY

Alleman, J.H. (1985) "Economies of Scale and Scope in Telecommunications: Results from GTE," PNR Associates Inc., Elkins Park, PA,.

Averch, H. and Johnson, L. (1962) "Behaviour of the Firm Under Regulatory Constraint" American Economic Review, December. pp. 1052-1062.

Baumol, W.J. (1977) Economic Theory and Operations Analysis, 4th edition, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice - Hall.

Baumol, W.J. (1977) "On the Proper Cost Tests for Natural Monopoly in a Multi-product Monopoly", American Economic Review, Dec. (67), pp. 809-822.

Baumol, W.J., Baily, E.E. and Willig, R.D. (1977) "Weak Invisible Hand Theorems on the Sustainability of Prices in a Multiproduct Monopoly", American Economic Review, June, pp. 350-356.

Baumol, W.J. Panzar, J.C. and Willig, R.D. (1982) Contestable Markets and The Theory of Industry Structure. New York, Harcourt Brace Janvanovich Inc.

Bernstein, J.I. (1987) "An Examination of the Equilibrium Specification and Structure of Production for Canadian Telecommunications", Mimeo.

Breslaw, J. and Smith, J.B. (1980) "Efficiency, Equity and Regulation: An Econometric Model of Bell Canada," Report to the Department of Communications, Final Report.

Breslaw, J. and Smith, J.B. (1982) "The Restrictiveness of Flexible Functional Forms and the Measurement of Regulatory Constraint" Land Economics, vol. 58 no. 4 pp. 535-556.

Carr, J. (1972) "a suggestion for the Treatment of Serial Correlation: A Case in Point", Canadian Journal of Economics, May.

Christensen, R.L., Cummings, D. and Schoech, P.E. (1980) "Econometric Estimation of Scale Economies in Telecommunications", Paper No. 8013, Social Systems Research Institute, University of Wisconsin, Madison, Wis.

Denny, M., Fuss, M., Everson, C. and Waverman, L. (1981) "Estimating the Effects of Technological Innovations in Telecommunications: The Production Structure of Bell Canada", Canadian Journal of Economics, Feb.

Denny, M. and Fuss, M. (1980) "The Effects of the Factor Prices and Technological Change on the Occupational Demand for Labour: Evidence from Canadian Telecommunications," Institute for Policy Analysis Working, Paper No. 8014, University of Toronto.

Denny, M., Fuss, M. and Waverman, L. (1981) "The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries, with an Application to Canadian Telecommunications," in Productivitiy Measurement in Regulated Industries, T. Cowing and R. Stevenson (eds.). New York: Academic Press.

Dobell, A.R., Taylor, L.D., Waverman, L., Liu, T.H. and Copeland, M.D.G. (1972) "Telephone Communications in Canada: Demand, Production and Investment Decision", Bell Journal, Spring.

Evans, D.S. and Heckman, J.J. (1983) "Multiproduct Cost Function Estimates and Natural Monopoly Tests for the Bell System" in Breaking Up Bell D.S. Evans (ed.), North-Holland, New York, pp. 253-282.

Evans, D.S. and Heckman, J.J. (1984) "Test for Subadditivity of the Cost Function With an Application to the Bell System", The American Economic Review, 74(4), Spet., pp. 615-623.

Fuss, M. and McFadden, D. (eds.) (1978) Production Economics: a Dual Approach to Theory and Applications. North-Holland.

Fuss, M. and Waverman, L. (1981a) "Multi-product Multi-output Cost Function for a Regulated Utility: The Case of Telecommunications in Canada", in Studies in Public Regulation, G. Fromm (ed.), Cambridge: MIT Press.

Fuss, M. and Waverman, L. (1981b) The Regulation of Telecommunications in Canada. Technical Report No. 7, Economic Council of Canada.

Fuss, M. (1983) "A Survey of Recent Results in the Analysis of Production Conditions in Telecommunications", in Economic Analysis of Telecommunictions, L. Courville, A. de Fontenay and R. Dobell (eds.), North-Holland.

Henderson, J.M. and Quandt, R.E. (1958) Microeconomic Theory: A Mathematical Approach. McGraw-Hill.

Kahn, A.E. (1971) The Economics of Regulation: Volumes I & II. Toronto: John Wiley and Sons.

Kiss, F., Karabadjian, S. and Lefebvre, s. (1983) "Economies of Scale and Scope in Bell Canada" in Economic Analysis of Telecommunications: Theory and Applications, L. Courville, A. deFontenay and R. Dobell (eds.), Elsevier Science Publishers - B.V. (North-Holland).

Kiss, F. and Lefebvre, B. (1987) "Econometric Models of Telecommunications Firms, A Survey", Revue Economique, March, pp. 307-344.

Littlechild, S.C. (1979) Elements of Telecommunications Economics. Peter Peregrinus Ltd.

Mantell, L.H. (1974) "An Econometric Study of the Returns to Scale in the Bell System," Staff Research Paper, Office of Telecommunications Policy, Executive Office of the President, Washington, D.C.

Nadiri, M. and Shankerman, M. (1981) "The Structure of Production, Technological Change and the Rate of Growth in the U.S. Bell System", in Productivity Measurement in Regulated Industries, T. Cowing and R. Stevenson (eds.), Academic Press.

Nadiri, M.I. and Schankerman, M. (1986) "A Test of Static Equilibrium Models and Rates of Return to Quasi-fixed Factors, With an Application to the Bell System" Journal of Land Economics (33)Oct./Nov., Annals 1986-2, A Supplement to the Journal of Econometrics, E.R. Berndt and M.A. Fuss (eds.), North-Holland, Amsterdam, pp. 97-118.

Panzar, J.C. and Willig, R.D. (1975) "Economies of Scale and Economies of Scope in Multi-Output Production," Bell Laboratories Discussion Paper No. 33.

Panzar, J.C. and Willig, R.D. "Free Entry and the Sustainability of Natural Monopoly", Bell Journal of Economics, vol. 8, no. 1. pp. 1-22.

Quirk, J.P. (1976) Intermediate Microeconomics. Science Research Associates.

Raj, B. and Vinod, H.D. (1982) "Bell System Scale Economies from a Random Coefficients Model", Journal of Economics and business.

Sharkey, W.W. (1982) The Theory or Natural Monopoly. Cambridge University Press.

Smith, B. and Corbo, V. (1979) "Economies of Scale and Economies of Scope in Bell Canada," Final Report to the Department of Communications.

Vinod, H.D., "Bell System Scale Economies and the Estimation of Joint Production Functions," Bell Exhibit No. 59 in FCC Docket 2003.

Waverman, L. (1987) "Competition and Regulation in the U.S. Interexchange Telecommunications Market", presented at the Conference on Telecommunications and Computers, Brookings Institute.

GROUPE DE TRAVAIL FÉDÉRAL-PROVINCIAL-TERRITORIAL
SUR LES TÉLÉCOMMUNICATIONS

La concurrence dans le service téléphonique interurbain public au Canada

Rapport-conseil 3

décembre 1988

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1988
ISBN 0-662-56269-0

Les opinions exprimées ci-après n'engagent que l'expert-conseil et ne sont pas nécessairement partagées par le Groupe de travail fédéral-provincial-territorial sur la concurrence dans le service téléphonique interurbain public au Canada, par ses membres ou par son personnel.

L'INCIDENCE DE L'ÉVOLUTION DE LA TECHNOLOGIE SUR LA STRUCTURE DU PRIX DE REVIENT DE LA PRESTATION DU SERVICE TÉLÉPHONIQUE PUBLIC INTERURBAIN

LE 10 MARS 1988

The
Coopers & Lybrand
Consulting Group
Management Consultants

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ

I. INTRODUCTION

II. LA THÉORIE DU MONOPOLE DE FAIT

A. INTRODUCTION
B. LE MONOPOLE DE FAIT : UN CADRE THÉORIQUE
1. Économies d'échelle
2. Économies de diversification
3. Définition du monopole de fait en vertu du concept de "subadditivité"
C. AUTRES FACTEURS
1. Économies de capacité
2. Incidence des facteurs géographiques
3. Obstacles à l'entrée dans le marché
D. VÉRIFICATION DE L'EXISTENCE D'UN MONOPOLE DE FAIT
E. CONCLUSIONS

III. RÉSULTATS PROBANTS - MÉTHODE DE L'ANALYSE D'INGÉNIERIE

A. INTRODUCTION
B. SURVOL DES ÉQUIPEMENTS
1. La commutation
2. Faisceaux hertziens
3. Systèmes de transmission par fibres optiques
4. Télécommunications par satelitte
5. Modifications importantes de la demande

C. PRIX DE REVIENT DES TECHNIQUES
1. Configurations de réseau
2. Fonctions prix de revient du réseau
3. Fonctions prix de revient de l'exploitation
D. ÉCONOMIES D'ÉCHELLE
E. ÉCONOMIES DE DIVERSIFICATION
F. CONCLUSIONS

IV. RÉSULTATS PROBANTS - MÉTHODE DE L'ANALYSE FINANCIÈRE

A. INTRODUCTION
B. MÉTHODE EMPLOYÉE AFIN DE RAJUSTER LES DONNÉES FINANCIÈRES
1. Activités exclusivement reliées aux télécommunications interurbaines.
2. Critères de comparaison aux plans de la géographie et de la répartition des populations
3. Pondération en fonction des frais d'accès aux réseaux locaux
4. Rajustements au titre des radiations importantes, des frais non périodiques et d'autres éléments extraordinaires
5. Les devises locales et les taux de change
6. Différences dans les structures tarifaires entre les pays et les sociétés
7. Coûts spécifiques à des sociétés : le goût du luxe, les avantages accessoires et les salaires
8. Immobilisations initiales et frais de démarrage
9. Année(s) choisie(s) à des fins de comparaison
10. Le niveau technique

11. Autres domaines d'intérêt et questions à examiner
12. Conclusion

C. RENDEMENT FINANCIER DES ENTREPRISES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS
1. AT&T
2. MCI
3. U.S. Sprint
4. Western Union
5. Telecom Canada et Bell Canada
6. Les Télécommunications CNCP

D. COMPARAISON DES TARIFS

E. SITUATION CONCURRENTIELLE DES PRIX DE REVIENT
1. Élaboration du graphique
2. Constatations

F. CONCLUSION DE L'ANALYSE FINANCIÈRE

V. RÉSULTATS PROBANTS - MÉTHODE DE LA COMPTABILITÉ DE PRIX DE REVIENT

A. INTRODUCTION

B. SURVOL DE LA MÉTHODE

C. LE CONTEXTE AMÉRICAIN
1. Incidence historique de la technologie
2. Incidence des techniques récentes

D. LE CONTEXTE CANADIEN
1. Bell Canada
2. Les Télécommunications CNCP

E. CONCLUSIONS

LISTE DES ANNEXES

I MÉTHODE DE SUBSTITUTION EMPLOYÉE AFIN DE CALCULER LA VALEUR MOYENNE AUX LIVRES DES IMMOBILISATIONS D'AT&T PAR MILLE DE CIRCUIT ENTRE 1983 ET 1986

II LA MÉTHODOLOGIE DU PROCESSUS D'ÉTUDE RCAP DE BELL CANADA

VI. RÉSULTATS PROBANTS - MÉTHODE DE L'ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE

A. SURVOL DES TECHNIQUES D'ANALYSE

B. RÉSULTATS

1. Études sur des données relatives à la production globale

2. Études sur des données relatives à des produits spécifiques

C. CONCLUSIONS

D. BIBLIOGRAPHIE

RÉSUMÉ

LE 10 MARS 1988

RÉSUMÉ

I. INTRODUCTION

La présente étude avait pour objectifs d'établir :

* l'incidence des changements technologiques en cours et et prévus sur les économies d'échelle et de diversification dans l'industrie canadienne des télécommunications, particulièrement en ce qui concerne la prestation du service téléphonique public interurbain; et

* les conséquences d'autres facteurs techniques et opérationnels sur le contexte monopolistique ou concurrentiel de la prestation de tels services.

Ces facteurs se rapportent au débat autour de la question de l'existence d'un monopole de fait en matière de service interurbain.

Nous avons étudié les répercussions de la technique et du changement technologique sur les économies d'échelle et de diversification en matière de prestation et d'exploitation de réseaux de télécommunications, et leur incidence sur la structure monopolistique actuelle du service interurbain. Pour ce faire, nous avons suivi de multiples pistes en faisant appel aux quatre approches suivantes :

* étude des données d'ingénierie relatives à des voies d'acheminement spécifiques;
* analyse des résultats financiers de six importantes sociétés exploitantes d'un service interurbain;

* analyse de la comptabilité de prix de revient soumise par les compagnies de téléphone; et
* synthèse des analyses économétriques pertinentes.

Cette stratégie permet de se former une opinion pondérée sur les questions qui font l'objet de la présente étude.

II. SUJET DE L'ÉTUDE ET MÉTHODES

A. L'INCIDENCE DE LA TECHNOLOGIE

Les changements technologiques ont eu de profondes répercussions sur l'industrie des télécommunications. Par exemple, de vastes portions du réseau de télécommunications ont été numérisées et on a récemment installé d'importants systèmes de transmission par fibres optiques. L'application de ces technologies dans le réseau a eu un impact sur le prix de revient du service interurbain. Les nouvelles techniques, y compris celles qui se rapportent au réseau numérique à intégration de services (RNIS), permettront d'augmenter le nombre des nouveaux services disponibles au cours de la prochaine décennie.

B. LA THÉORIE DU MONOPOLE DE FAIT

La théorie du monopole de fait fournit un cadre théorique aux politiques gouvernementales portant sur la limitation de la concurrence dans l'industrie des télécommunications. Un monopole de fait existe lorsque les prix de revient au sein d'une industrie sont moins élevés pour un seul fournisseur desservant l'ensemble du marché, par rapport à une situation où il existerait plusieurs

fournisseurs. Une telle situation se présente dans un contexte où l'effet conjugué des économies d'échelle et des économies de diversification est de réduire les prix de revient d'une entreprise fournissant à elle seule l'ensemble des biens et services produits par l'industrie.

Les économies d'échelle résultent d'une augmentation du volume de la production accompagnée d'une croissance moins que proportionnelle du prix de revient. Ces économies se matérialisent soit au niveau de la production, soit au niveau de la gestion de l'entreprise. Au niveau de la production, elles résultent de l'interaction du capital, de la main-d'oeuvre, de l'énergie et des matériaux. Au niveau de la gestion de l'entreprise, elles sont la conséquence de facteurs organisationnels, par exemple une réduction du prix de revient attribuable à un financement à grande échelle ou à la publicité.

On réalise des économies de diversification lorsque la production d'un ensemble de deux services ou plus à l'intérieur d'une même entreprise résulte en un prix de revient moins élevé que si les mêmes services étaient offerts séparément par des entreprises distinctes. Ces économies sont le résultat du partage des équipements de production d'une entreprise entre plusieurs produits.

On doit évaluer simultanément les économies d'échelle et de diversification, car un solde négatif en regard de l'un de ces facteurs pourrait être compensé par des gains en rapport avec l'autre. Si le solde positif de l'un dépasse nettement le solde négatif de l'autre, l'entre-

prise réalise des économies nettes d'échelle et de diversification.

Le concept de "subadditivité" a récemment été proposé, en tant que critère de portée universelle, aux fins de déterminer si une industrie constitue ou non un monopole de fait. La "subadditivité" des coûts signifie que le prix de revient associé à la fourniture de l'ensemble des biens et services d'un secteur industriel par une seule entreprise est inférieur à la somme des prix de revient obtenus par n'importe quel regroupement réalisable de deux entreprises ou plus.

C. FACTEURS DE VARIATION DU PRIX DE REVIENT

L'un des objectifs principaux de la présente étude consistait à mesurer l'incidence de la technique sur les économies d'échelle et de diversification, en mesurant ses répercussions sur la fonction prix de revient. Outre les économies d'échelle et de diversification, les autres facteurs de variation de la fonction prix de revient incluent l'incidence des changements technologiques sur les rendements et la portée des économies de capacité. En conséquence, des gains d'efficacité obtenus au moyen d'améliorations techniques qui font baisser le prix de revient sur l'ensemble de la production ne constituent pas un indice de la présence d'une structure de monopole de fait. On réalise des économies de capacité lorsqu'une entreprise peut réduire son coût unitaire moyen en augmentant la production, ce qui accroît le taux d'utilisation de la capacité de production.

D. LES QUATRE MÉTHODES D'INVESTIGATION

Il n'existe aucune méthode particulière qui permette de discriminer d'emblée entre les facteurs caractéristiques d'une structure de monopole de fait, c'est-à-dire la présence d'économies d'échelle et de diversification, et les autres facteurs qui influent sur la fonction prix de revient, c'est-à-dire l'existence d'économies de capacité et l'amélioration des rendements. En conséquence, nous avons dû recourir, aux fins de la présente étude, à quatre méthodes différentes, reposant sur des données et des méthodologies distinctes, et caractérisées par des points forts complémentaires. Armés des preuves rassemblées à l'aide de ces méthodes, nous pouvons énoncer de solides conclusions quant à l'existence des conditions d'un monopole de fait. Le tableau A1 résume les caractéristiques qui rendent ces méthodes pertinentes et mentionne les restrictions dont elles font l'objet, alors que le tableau A2 indique leurs degrés respectifs de sensibilité aux facteurs de variation de la fonction prix de revient.

III. RÉSULTATS

A. MÉTHODE UTILISÉE DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE D'INGÉNIERIE

1. Survol

Cette approche a consisté en un examen des immobilisations par kilomètre de circuit en fonction de trois techniques de transmission interurbaine :

* faisceaux hertziens analogiques;
* faisceaux hertziens numériques; et
* transmission par fibres optiques.

Les principaux coûts se rapportant à ces techniques ont été inventoriés, quantifiés et comparés en fonction de divers taux d'utilisation de la capacité. La pertinence de l'emploi d'une telle méthode découle des facteurs suivants :

* elle permet de distinguer l'incidence de chacune des quatre sources de variation du prix de revient : économies d'échelle, de diversification et de capacité, et gains attribuables à des améliorations techniques (étant donné qu'elle se concentre sur les propriétés physiques des systèmes de transmission);
* elle peut tenir compte de l'évolution actuelle et future de la technologie; et
* elle permet d'obtenir des résultats sûrs et précis.

Les restrictions dont cette méthode fait l'objet sont les suivantes :

* elle porte sur des coûts d'ingénierie plutôt que sur les données d'exploitation des entreprises; et
* elle s'appuie exclusivement sur des données de production plutôt que sur des données concernant la gestion de l'entreprise.

2. Principales observations

Le tableau A3 illustre le coût unitaire des immobilisations en fonction de trois techniques de transmission interurbaine et de leurs capacités respectives en termes de voies téléphoniques. Les résultats démontrent que :

* dans le cas des radiocommunications analogiques, le seuil de saturation des économies d'échelle se situe à 13 voies téléphoniques;
* le coût des radiocommunications numériques est légèrement inférieur à celui des radiocommunications analogiques; et
* dans le cas des transmissions par fibres optiques, le coût des immobilisations est plus bas lorsque la capacité dépasse 10 000 voies téléphoniques. À l'intérieur d'un intervalle de capacité donné, les économies d'échelle ne s'épuisent jamais. En outre, les améliorations prévues dans le domaine de l'électronique devraient permettre d'accroître encore davantage la capacité et de réduire le coût des immobilisations.

3. Conclusions

* Les techniques de commutation et de transmission permettent toutes les deux de réaliser des économies d'échelle et de diversification considérables. L'évolution récente de la technologie accroît encore davantage la portée de ces améliorations.

* Les techniques de transmission par fibres optiques et de commutation numérique se caractérisent par des coûts différentiels extrêmement bas, alors que le coût initial qu'elles entraînent se rapproche, en dollars absolus, de celui des techniques plus anciennes.
* La commutation numérique se caractérise par une grande capacité et elle permet d'offrir de nouvelles options.
* Les fibres optiques offrent une capacité qui dépasse presque l'entendement, mais la nécessité de disperser les artères afin d'assurer la sécurité et la continuité des réseaux réduit les économies d'échelle qu'elles rendent théoriquement possibles.

B. MÉTHODE DE L'ANALYSE FINANCIÈRE

1. Survol

En vertu de cette approche, les rendements financiers relatifs à l'exploitation d'un service interurbain par diverses compagnies de téléphone ont été étudiés. Pour les fins de cette analyse, nous nous sommes attardés aux tarifs de deux entreprises canadiennes et quatre entreprises américaines de télécommunications pour un appel SICT (service interurbain à communications tarifées), effectué d'un bout à l'autre du pays durant les heures de bureau. Les données financières ont fait l'objet d'une comparaison, après avoir été pondérées pour les rendre comparables au plan international.

La pertinence de cette méthode découle du fait qu'elle s'appuie sur des comparaisons entre des données se rapportant à une même année. Le changement technologique n'a donc aucune incidence sur les résultats. On s'attend que ces derniers soient passablement crédibles.

Parmi les restrictions associées à cette méthode, on compte les éléments suivants :

* elle ne permet pas de discriminer parmi les économies d'échelle, de diversification et de capacité;
* elle ne permet pas d'effectuer de distinctions eu égard aux différentes techniques employées par chacune des entreprises; et
* elle ne permet pas de prévoir l'incidence des techniques de demain.

2. Principales observations

Les tableaux A4 et A5 illustrent, en monnaie canadienne et en devises locales, la situation concurrentielle des réseaux interurbains canadiens et américains au plan du prix de revient. Les résultats démontrent que :

* les entreprises de grande envergure bénéficient d'un prix de revient unitaire sensiblement moins élevé;
* la situation défavorable des entreprises de télécommunications de moindre envergure au plan du prix de revient pourrait conduire à une nouvelle épuration de l'industrie; et

* à volume égal, le prix de revient du réseau canadien est inférieur à celui des réseaux américains en raison de différences de configuration, le réseau canadien comportant une seule artère Est-Ouest par rapport à une grille complexe aux États-Unis.

De plus, si l'on exclut des données américaines les frais d'accès aux réseaux locaux, la courbe de l'industrie américaine dans son ensemble s'affaisse et se situe pratiquement dans le prolongement de la courbe canadienne (voir tableau A6).

3. Conclusions

Les pertes subies par les entreprises de télécommunications de faible envergure et les profits considérables des grandes entreprises constituent une démonstration éloquente de l'existence d'économies d'échelle, de diversification et de capacité.

C. MÉTHODE DE LA COMPTABILITÉ DE PRIX DE REVIENT

1. Survol

Dans le cadre de cette approche, nous avons analysé les tendances du coût réel par mille de circuit et par appel au cours d'une période de temps donnée. Nous avons reconstitué les séries chronologiques du coût réel d'un appel interurbain par mille de circuit pour la société AT&T et du coût réel d'un appel IA (interurbain automatique) pour Bell Canada. Enfin, nous avons décelé les tendances de ces coûts

et déterminé les facteurs associés à celles-ci par un lien causal.

La pertinence de cette méthode découle des facteurs suivants :

* elle donne une perspective historique à l'étude;
* elle tient spécifiquement compte des économies de capacité; et
* elle fournit des résultats moyennement sûrs et précis.

Parmi les restrictions associées à cette méthode, on compte les éléments suivants :

* elle ne permet pas de discriminer entre les impacts attribuables aux économies d'échelle, aux économies de diversification ou aux progrès techniques; et
* elle ne permet pas de prévoir l'incidence des techniques de demain.

2. Principales observations

* Pour la société AT&T, la valeur moyenne des immobilisations par circuit en exploitation, en dollars constants, a baissé de 1960 à 1986, passant d'environ 52 $ à près de 5 $ (voir tableau A7).
* Pour Bell Canada, le coût d'un appel inter-urbain a baissé, en dollars constants, d'environ 35 p. 100 de 1982 à 1985 (voir tableau A8).

3. Conclusions

Le coût réel unitaire a baissé dans le passé et l'on doit s'attendre qu'il fasse de même à l'avenir. Même si les résultats ne permettent pas de préciser les apports respectifs des nouvelles techniques et des économies d'échelle et de diversification, ils sont compatibles avec l'existence des économies d'échelle et de diversification décelées par l'étude d'ingénierie et l'analyse financière.

D. MÉTHODE DE L'ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE

1. Survol

Selon cette méthode, nous avons effectué la synthèse des recherches rendues publiques et ayant pour objet :

* de construire un modèle économique de la fonction prix de revient pour une entreprise de télécommunications, en y intégrant des hypothèses quant aux techniques utilisées;
* d'effectuer des estimations sur des données ventilées en employant l'analyse de régression;
* de réaliser des tests statistiques dans le but d'établir l'existence d'économies d'échelle et de diversification.

La pertinence de cette méthode repose sur le fait qu'elle établit un lien entre notre étude et la théorie économique.

Parmi les restrictions propres à cette méthode, on compte les éléments suivants :

* des données ventilées ne sont pas assez sûres et précises pour permettre d'estimer les économies d'échelle et de diversification se rapportant à un produit spécifique, nommément le service interurbain;
* elle ne permet pas de prévoir l'incidence des techniques de demain;
* elle produit des résultats peu sûrs et peu précis.

2. Principales observations

La synthèse des résultats expérimentaux fournis par plusieurs analyses économétriques, reproduite dans le tableau A9, indique que :

* la plupart des études ne se concentrent pas sur les économies d'échelle associées au service interurbain;
* les études qui portent spécifiquement sur le service interurbain produisent des résultats qui pourraient s'avérer douteux en raison de distortions au plan statistique.

3. Conclusions

Les résultats obtenus par les analyses économétriques sont peu probants, mais non incompatibles avec l'existence d'économies d'échelle et de diversification considérables. Des études portant respectivement sur Bell Canada et AT&T ont décelé

des économies d'échelle en rapport avec la fonction prix de revient des services de télécommunications considérés globalement. Quant à la fonction prix de revient du service interurbain, aucune étude n'a pu produire d'estimation probante de l'existence d'économies d'échelle spécifiquement associées à ce produit. Les résultats font état d'économies de diversification très faibles, ce qui est contraire à plusieurs éléments de preuve d'origine intuitive ou anecdotique. En conséquence, il se peut que ces résultats soient non valides.

IV. CONCLUSIONS GÉNÉRALES DE L'ÉTUDE

L'ensemble des résultats indique qu'un monopole de fait solide et durable en matière de service interurbain continuera d'exister au Canada au cours des deux prochaines décennies. Une deuxième entreprise de télécommunications offrant un service interurbain ne saurait être viable, qu'elle offre ses services dans un contexte "monopolistique" ou "concurrentiel", à moins de jouir d'une protection forte et soutenue au plan de la réglementation.

TABLEAU A1

PERTINENCE DE NOS QUATRE MÉTHODES D'INVESTIGATION ET RESTRICTIONS S'Y RAPPORTANT

	DESCRIPTION	PERTINENCE	RESTRICTIONS
MÉTHODE DE L'ÉTUDE D'INGÉNIERIE	* Analyse du coût des immobilisations par kilomètre de circuit construit selon diverses techniques.	* Se concentre sur les propriétés physiques et, par conséquent, permet de discriminer parmi toutes les sources de variation de la fonction prix de revient. * Prend en ligne de compte l'évolution actuelle et future de la technologie. * Résultats très surs et très précis.	* S'appuie sur le prix de revient au plan de l'étude d'ingénierie plutôt que sur les données d'exploitation des sociétés. * Repose uniquement sur des données du niveau de la production (plutôt) que des données du niveau de la gestion de l'entreprise).
MÉTHODE DE L'ANALYSE FINANCIÈRE	* Analyse le rendement financier de l'exploitation d'un service interurbain par diverses sociétés.	* Compare les résultats obtenus par les diverses sociétés au cours d'une même année; par conséquent, n'est pas biaisé par le changement technologique. * Résultats assez sûrs et précis.	* Ne permet pas de discriminer parmi les économies d'échelle, de diversification et de capacité. * Ne tient pas compte des différences au plan des techniques employées par les diverses sociétés. * Ne peut prévoir l'incidence de l'évolution technologique.
MÉTHODE DE LA COMPTABILITÉ DE PRIX DE REVIENT	* Analyse les tendances du prix de revient par mille de circuit par appel au cours d'une période donnée.	* Donne une perspective historique à l'étude. * Tient spécifiquement compte du taux d'utilisation de la capacité. * Résultats moyennement sûrs et précis.	* Ne permet pas de mesurer l'incidence ni des économies d'échelle et de diversification, ni du changement technologique. * Ne peut prévoir l'incidence de l'évolution.
MÉTHODE DE L'ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE	* Estimation du prix de revient de l'entreprise à l'aide de données historiques.	* Établit un lien avec la théorie économique.	* On ne peut s'appuyer sur des données ventilées pour estimer des économies d'échelle ou de diversification dans le cas de produits spécifiques (c'est-à-dire le service interurbain). * Ne peut prévoir l'incidence de l'évolution technologique. * Résultats peu sûrs et peu précis.

Tableau A2

SENSIBILITÉ DE NOS MÉTHODES D'INVESTIGATION AUX SOURCES DE VARIATION DE LA FONCTION PRIX DE REVIENT

Source de variation de la fonction prix de revient	Méthode d'analyse			
	Étude d'ingénierie	Analyse financière	Comptabilité de prix de revient	Analyse économétrique
Économies d'échelle	✓			✓
Économies de diversification	✓			✓
Changement technologique	✓	✓		✓
Économies de capacité	✓		✓	✓
Sûreté et précision des résultats	Excellente	Bonne	Bonne	Médiocre

TABLEAU A3

COMPARAISON DU COÛT UNITAIRE DES IMMOBILISATIONS

ENTRE TROIS TECHNIQUES DE TRANSMISSION INTERURBAINE

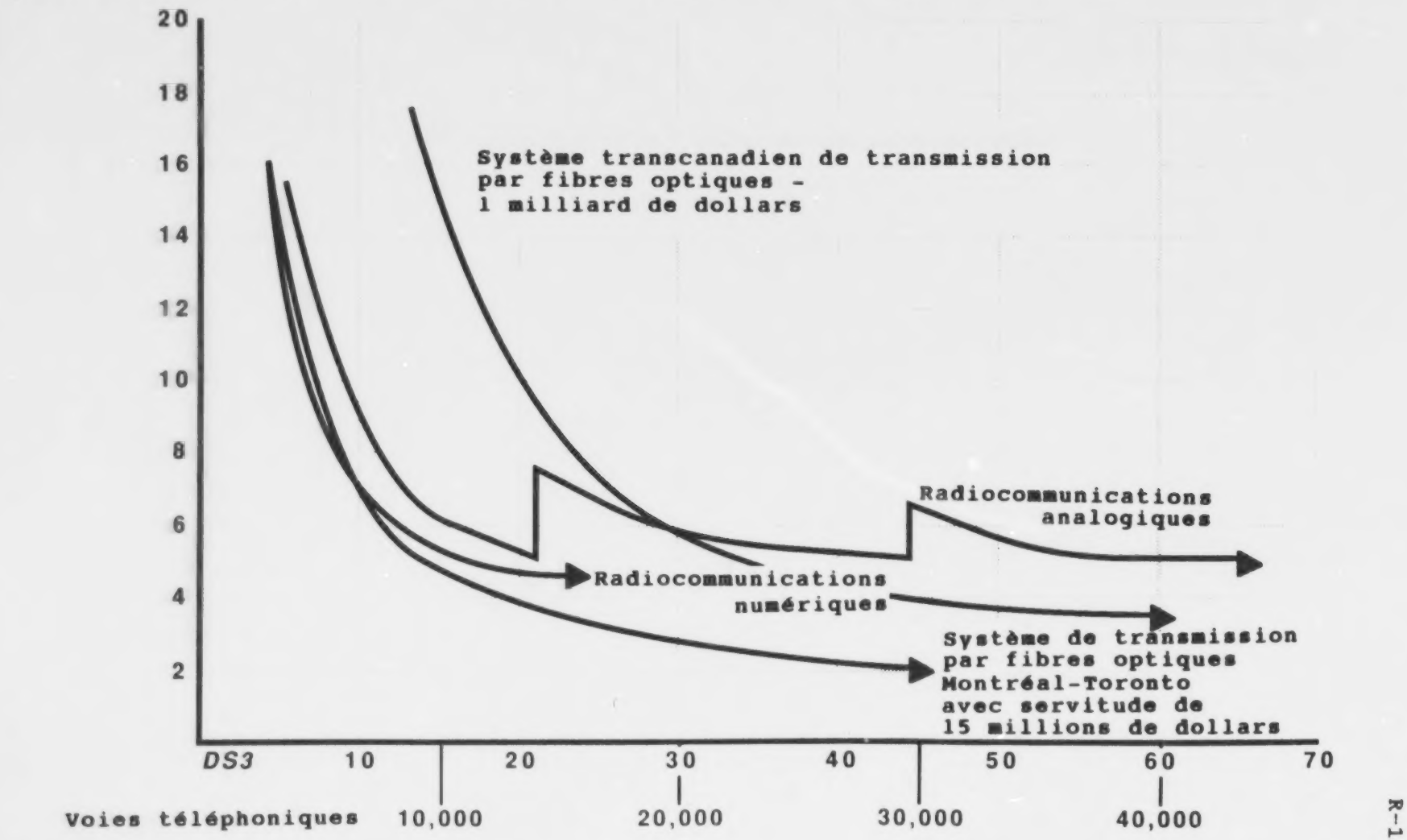
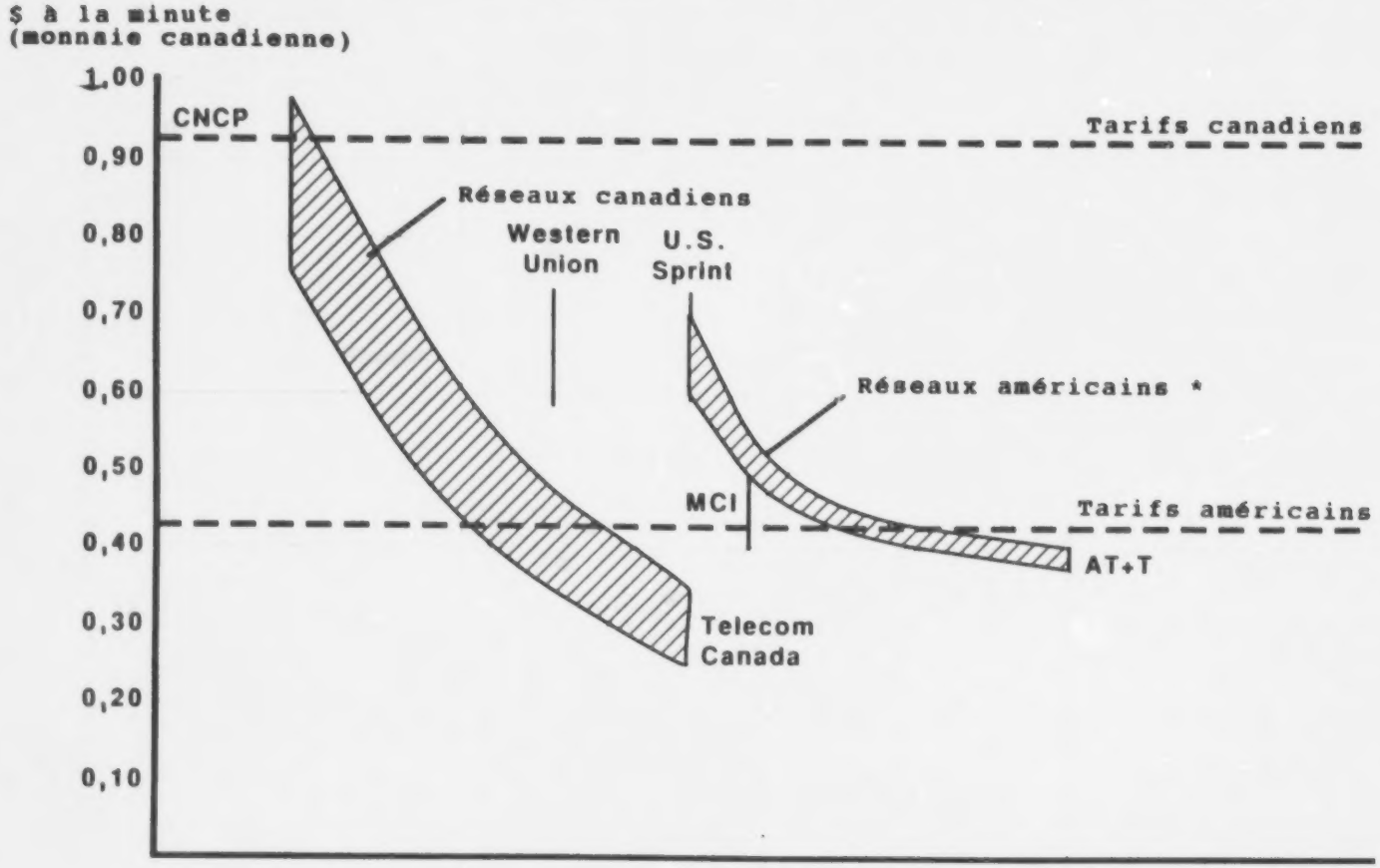


TABLEAU A4

SITUATION CONCURRENTIELLE DES RÉSEAUX INTERURBAINS CANADIENS

ET AMÉRICAINS AU PLAN DU PRIX DE REVIENT

DONNÉES EXTRAITES DES ÉTATS FINANCIERS - EN MONNAIE CANADIENNE *



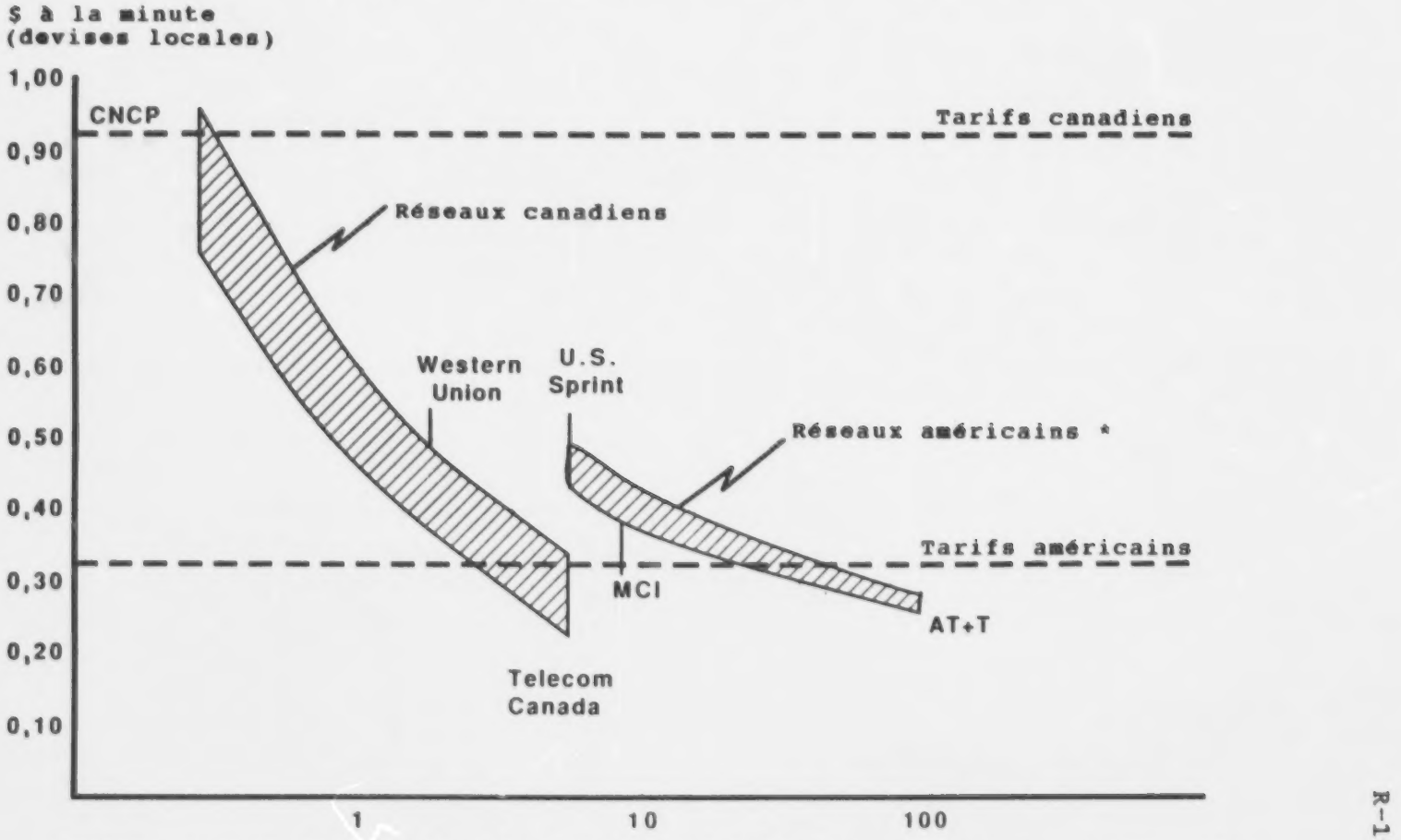
* Les données sur le prix de revient des réseaux américains comprennent les frais d'accès aux réseaux locaux.

TABLEAU A5

SITUATION CONCURRENTIELLE DES RÉSEAUX INTERURBAINS CANADIENS

ET AMÉRICAINS AU PLAN DU PRIX DE REVIENT

DONNÉES EXTRAITES DES ÉTATS FINANCIERS - EN DEVISES LOCALES



* Les données sur le prix de revient des réseaux américains comprennent les frais d'accès aux réseaux locaux.

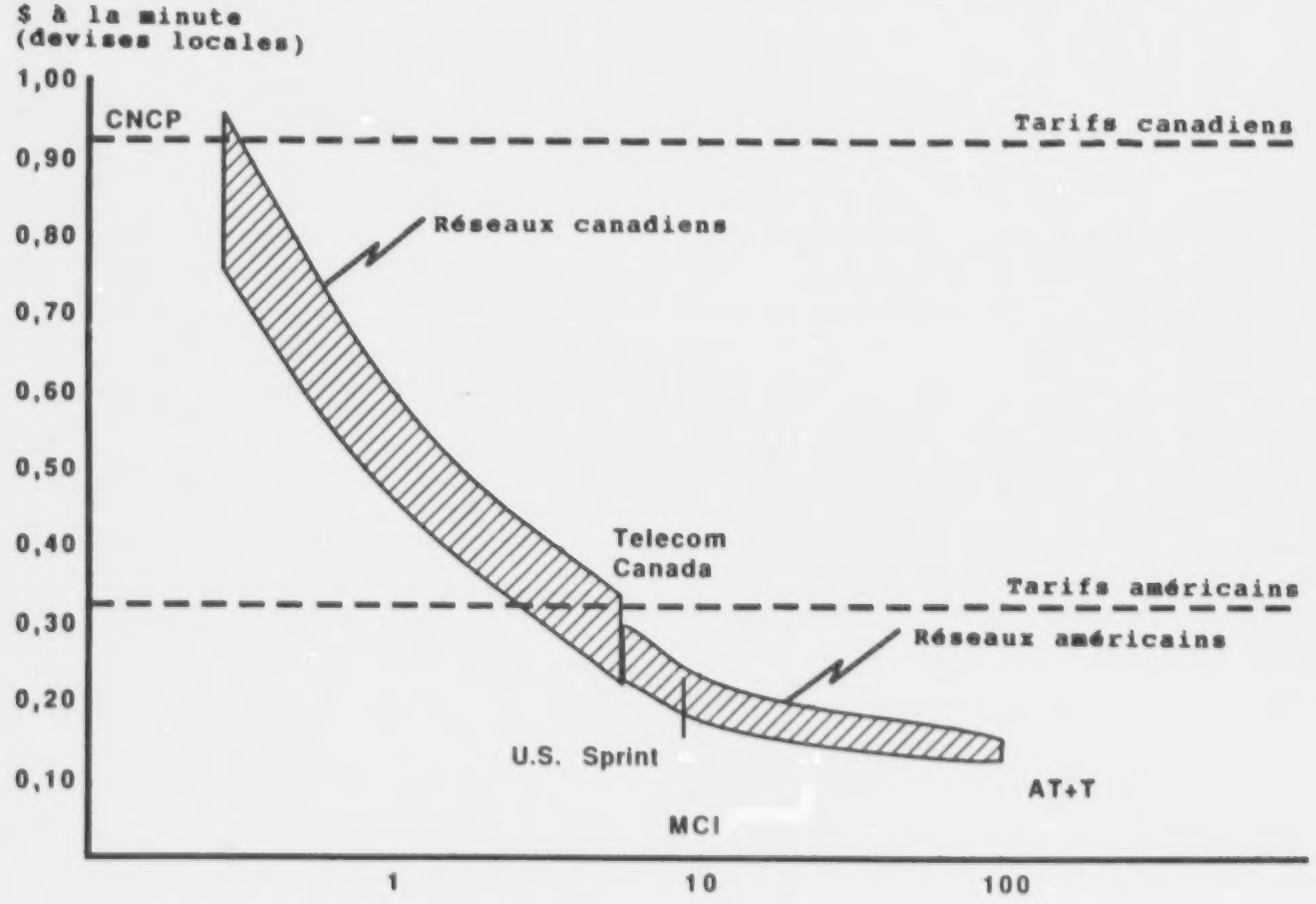
TABLEAU A6

SITUATION CONCURRENTIELLE DES RÉSEAUX INTERURBAINS CANADIENS

ET AMÉRICAINS AU PLAN DU PRIX DE REVIENT

DONNÉES EXTRAITES DES ÉTATS FINANCIERS - EN DEVISES LOCALES

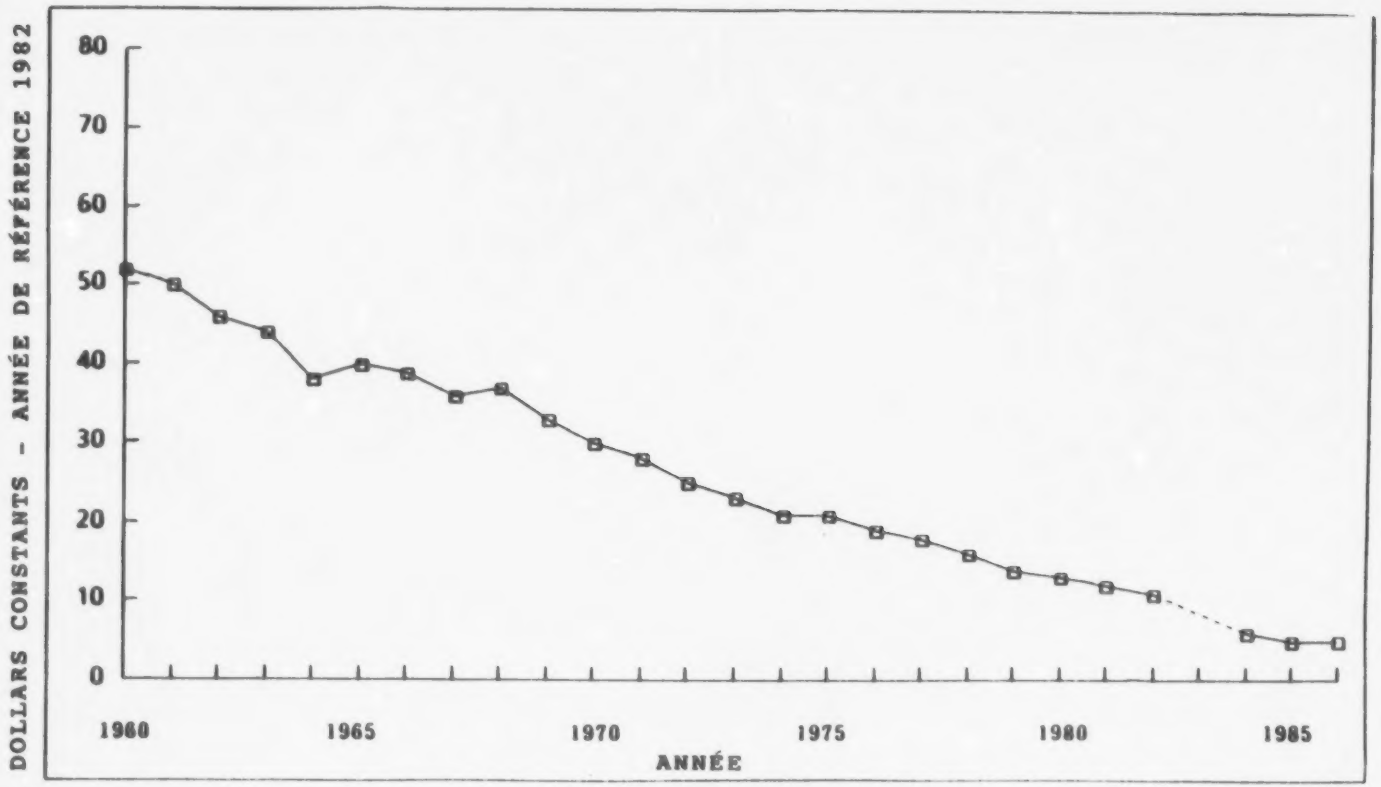
(En excluant des données américaines les frais d'accès aux réseaux locaux)



Volume annuel des appels interurbains (échelle logarithmique : AT&T = 100)

TABLEAU A7

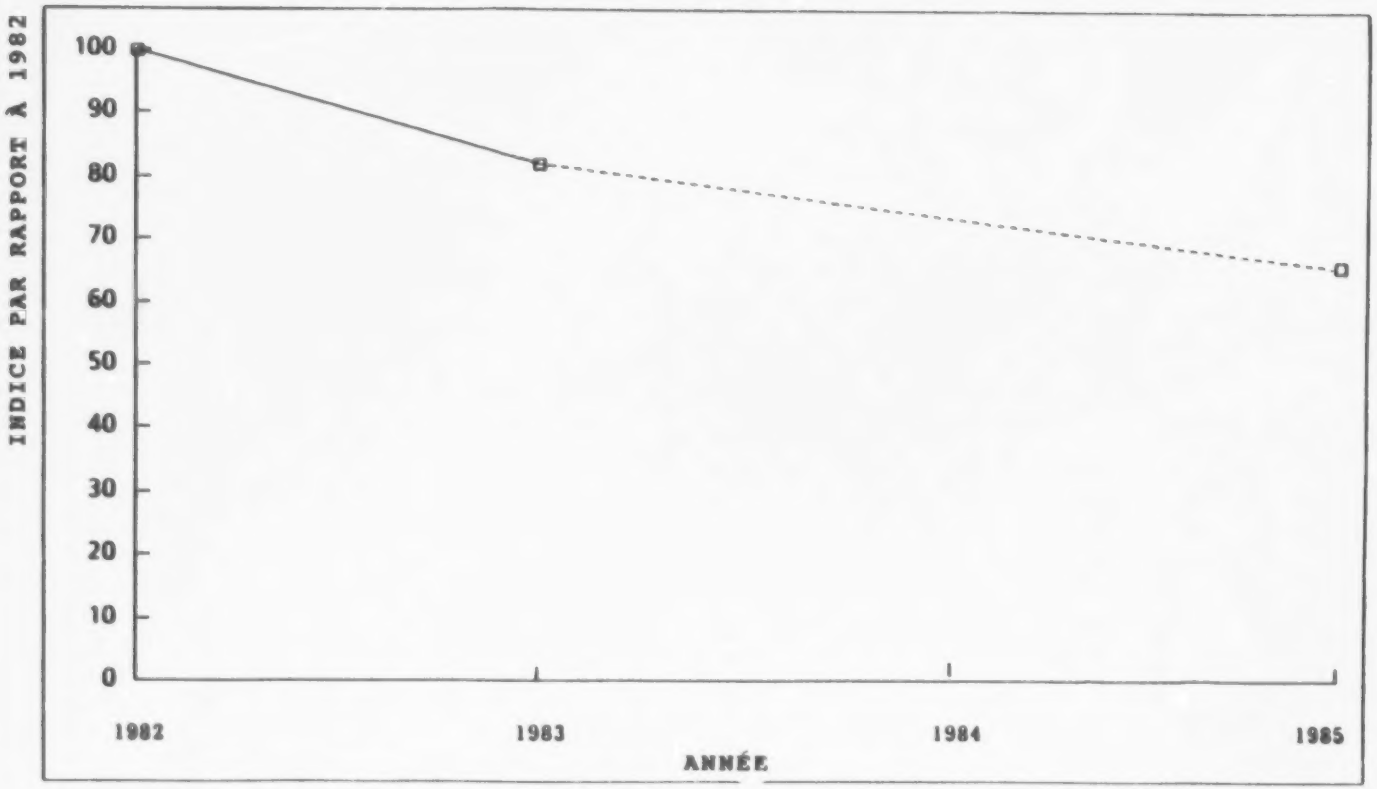
COÛT MOYEN DES IMMOBILISATIONS
PAR CIRCUIT (AT&T)
DE 1960 À 1986



------- Signale des données obtenues par extrapolation

TABLEAU A8

COÛT MARGINAL RÉEL PAR APPEL INTERURBAIN AUTOMATIQUE (BELL CANADA) * DE 1982 À 1985



* La valeur absolue de ces données est confidentielle.

L'indice correspond à des rapports exprimés en dollars constants (année de référence 1981).

-------- Signale des données obtenues par extrapolation

TABLEAU A9

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

CARACTÉRISTIQUES	RECHERCHES		
	DENNY-FUSS (1980)	CHRISTENSEN ET AL (1980)	DENNY ET AL. (1980)
DONNÉES	Bell Canada, 1952 à 1972	At&T, 1952 à 1977	Bell Canada, 1952 à 1976
RÉSULTATS	Relatifs à l'ensemble des produits	Relatifs à l'ensemble des produits	Q1 = tarifs interurbains Q2 = ligne directe + WATS + TWX Q3 = service local + divers
Économies d'échelle globales	Fortes	Fortes	Fortes
Économies de diversification	S.O. *	S.O. *	Non signalées
Économies d'échelles en raport avec l'interrurbain	S.O. *	S.O. *	Non signalées

* Sans objet, étant donné que les résultats spécifiquement associés à un produit n'ont pas fait l'objet d'un estimé.

TABLEAU A9
(SUITE)

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

CARACTÉRISTIQUES	RECHERCHES			
	KISS ET AL. (1983)	ALLEMAN (1985)	NADIRI-SHANKERMAN (1986)	BERNSTEIN (1987)
DONNÉES	Bell Canada, 1952 à 1978	GTE, période non précisée	AT&T, 1947 à 1976	Bell Canada, 1952 à 1979
RÉSULTATS	Q1 = service local + publicité dans l'annuaire + divers Q2 = SICT + WATS Q3 = tarifs interurbain de la concurrence	Q1 = frais d'accès Q2 = Service local Q3 = tarif interurbains	Relatifs à l'ensemble des produits	Q1 = service local Q2 = tarifs interurbains
Économies d'échelle globales	Fortes	rendement négatif	Fortes	Fortes
Économies de diversification	Faibles	Faibles	S.O. *	Non signalées
Économies d'échelles en rapport avec l'interurbain	Non valide au plan statistique	Fortes	S.O. *	Fortes

* Sans objet, étant donné que les résultats spécifiquement associés à un produit n'ont pas fait l'objet d'un estimé

TABLEAU A9
(SUITE)

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

CARACTÉRISTIQUES	RECHERCHES		
	NADIRI-SHANKERMAN (1981)	FUSS-WAVERMAN (1981a)	FUSS-WAVERMAN (1981b)
DONNÉES	AT&T, 1947 à 1976	Bell Canada, 1952 à 1975	Bell Canada, 1952 à 1977
RÉSULTATS	Relatifs à l'ensemble des produits	Q1 = tarifs interurbains Q2 = ligne directe + WATS + TWX + divers Q3 = service local	Q1 = SICT + WATS Q2 = ligne directe + WATS Q3 = service local + divers
Économies d'échelle globales	Fortes	Faibles	Non valide au plan statistique
Économies de diversification	S.O. *	Nulles	Négatives
Économies d'échelles en rapport avec l'interrurbain	S.O. *	Non Signalées	Non valide au plan statistique

* Sans objet, étant donné que les résultats spécifiquement associés à un produit n'ont pas fait l'objet d'un estimé

SECTION I :
INTRODUCTION

LE 10 MARS 1988

L'INCIDENCE DE L'ÉVOLUTION DE LA TECHNOLOGIE SUR LA STRUCTURE DU PRIX DE REVIENT DE LA PRESTATION DU SERVICE TÉLÉPHONIQUE PUBLIC INTERURBAIN

I. INTRODUCTION

À l'instar de ce qui s'est produit dans toutes les autres industries, la révolution technologique a eu de profondes répercussions sur l'industrie des télécommunications. Par exemple, au cours des cinq dernières années, une grande partie du réseau de télécommunications a été numérisée et l'on a parachevé la construction d'un important système de transmission par fibres optiques. Un plus grand nombre de changements surviendront au cours des dix prochaines années, suite au lancement du réseau numérique à intégration de services (RNIS).

De nouvelles techniques ont radicalement modifié la façon d'assurer la conception, l'alimentation et la maintenance des réseaux de télécommunications : la transmission par fibres optiques nécessite l'emploi de répéteurs différents de ceux qu'on utilise dans les systèmes de transmission par fils de cuivre; la hiérarchie conventionnelle de la commutation sera remplacée par un système d'acheminement plus souple; et l'emploi d'outils très perfectionnés de gestion de réseau est de plus en plus généralisé.

En outre, ces techniques ont accru la capacité du système de télécommunications de répondre aux besoins des usagers. On estime généralement que les nouveaux services actuellement offerts sur le marché ne représentent qu'une faible proportion de tous ceux qui seront disponibles à l'avenir. Ces services ont été,

dans certains cas, l'élément instigateur de la mise en place de nouveaux équipements.

L'application de nouvelles technologies dans le réseau a sans doute eu un impact sur le prix de revient de la prestation du service interurbain. D'un point de vue politique, il s'avère essentiel d'établir si l'intégration de ces nouvelles techniques a influé sur le caractère désirable de la concurrence dans l'industrie.

L'une des raisons invoquées pour limiter la concurrence en ce qui a trait au service interurbain est que cette industrie constitue un monopole de fait - il existerait de substantielles économies d'échelle et de diversification réalisables uniquement à la condition qu'une seule société puisse exploiter le marché. Le but de la présente étude est de vérifier si les techniques que l'on utilise actuellement et les technologies de l'avenir sont créatrices d'économies d'échelle et de diversification.

Il existe un ensemble considérable d'études économiques sur cette question. Toutefois, les résultats expérimentaux de ces études n'apportent pas la preuve nécessaire à l'établissement de solides conclusions. La présente étude a recours à quatre méthodes pour élucider la question :

* l'étude d'ingénierie;

* l'analyse financière;

* la comptabilité de prix de revient; et

* l'analyse économétrique.

Chacune de ces techniques analytiques puise à même des données d'origines diverses, ce qui permet de se former une opinion pondérée de la question. Les restrictions relatives à chacune des méthodes, exposées dans les sections qui s'y rapportent, sont compensées par l'emploi d'une méthodologie qui permet de fouiller de multiples pistes dans la recherche de résultats probants. Il en résulte que nous avons pu obtenir des preuves concluantes au sujet de l'incidence actuelle et future des techniques sur l'existence des conditions d'un monopole de fait dans la prestation du service téléphonique public interurbain.

SECTION II :
LA THÉORIE DU MONOPOLE DE FAIT

LE 10 MARS 1988

SECTION II - LA THÉORIE DU MONOPOLE DE FAIT

A. INTRODUCTION

Un des problèmes principaux dans la formulation d'une politique gouvernementale à l'égard de l'industrie des télécommunications, consiste à établir si le service interurbain présente les caractéristiques d'un monopole de fait. Un monopole se forme lorsqu'un seul fabricant est en mesure de fournir un service ou un bien au moindre coût, dans un contexte de marché fortement concurrentiel. Lorsque le fabricant le plus important d'un secteur industriel maintient un prix de vente qui correspond à son prix de revient, lequel est suffisamment bas pour forcer les autres fabricants, tributaires d'un prix de revient plus élevé, à se retirer du marché, on dit qu'il existe un monopole "de fait".

La question principale qui sera abordée au cours de la présente étude consiste à établir si la prestation du service interurbain constitue un monopole de fait et si un réseau unique, interactif et interdépendant de télécommunications représente le moyen le plus économique d'offrir le service interurbain.

Afin d'explorer la question de l'intensification de la concurrence dans l'industrie des télécommunications, il est nécessaire de comprendre et de préciser les fondements économiques et techniques sous-jacents d'un monopole de fait. En conséquence, nous exposerons dans la présente section de ce rapport la théorie économique et les concepts se rapportant à un monopole de fait, et nous explorerons les questions connexes dans la perspective de la prestation du service interurbain.

B. LE MONOPOLE DE FAIT : UN CADRE THÉORIQUE

Dans la théorie économique, on postulait autrefois l'existence d'un monopole de fait lorsqu'une entreprise réalisait des économies d'échelle et des économies de diversification en fonction de sa part du marché. Plus récemment, on a avancé la notion de "subadditivité" comme étant une juste définition du monopole de fait. Voici donc quelques considérations théoriques à propos des économies d'échelle et de diversification et du concept de "subadditivité".

1. Économies d'échelle

a. Définition

Il existe deux façons d'exprimer des économies d'échelle : soit en termes de quantités produites, soit en termes de prix de revient. Lorsqu'ils décrivent des économies d'échelle, le point de vue des économistes peut s'exprimer de la façon suivante : on dit qu'il existe des économies d'échelle lorsqu'une augmentation du volume réel des intrants conduit à une augmentation plus que proportionnelle des extrants.

En termes de prix de revient, on dit qu'il existe des économies d'échelle lorsqu'un accroissement du volume de la production s'accompagne d'une augmentation moins que proportionnelle du prix de revient unitaire. Le prix de revient moyen à long terme (PRMLT) décline constamment à mesure que le volume de

la production totale augmente et ces économies ne s'épuisent pas lorsque le marché est saturé.

La figure 1 illustre ce phénomène au moyen d'un graphique.

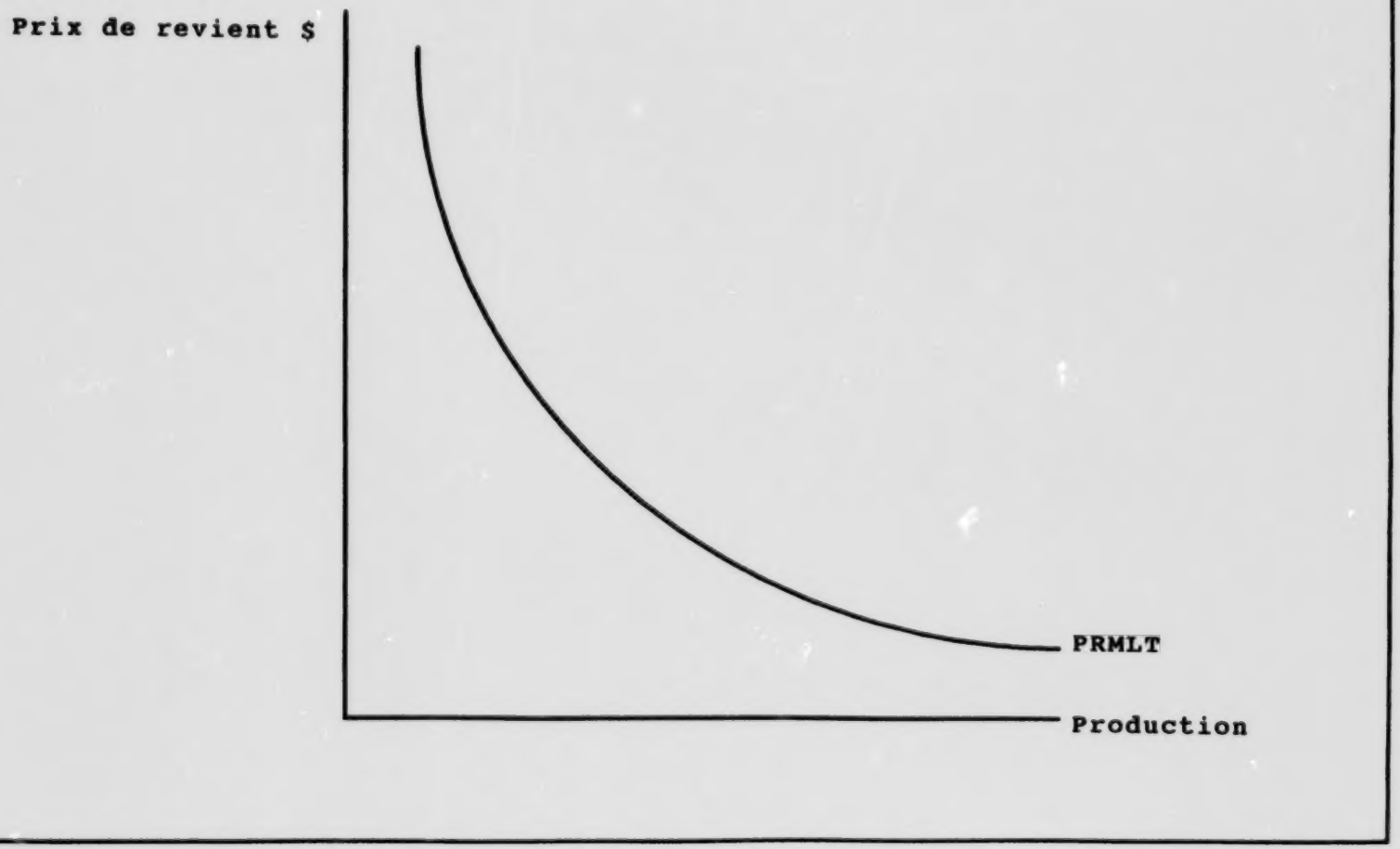
Lorsqu'il existe des économies d'échelle, il en résulte qu'un fabricant, idéalement le plus solide au plan financier ou le mieux géré, devrait réussir à chasser ses concurrents du marché en établissant son prix de vente au niveau de son prix de revient unitaire.

b. Origine des économies d'échelle

Les économies d'échelle se matérialisent soit au niveau de la production, soit au niveau de la gestion de l'entreprise. Les économies d'échelle réalisées au niveau de la production résultent de l'interaction du capital, de la main-d'oeuvre, de l'énergie et des matériaux dans le processus de production. Incidemment, la spécialisation du travail et certains éléments du processus de production inévitablement insécables en raison de contraintes matérielles conduisent à la création et à la perpétuation d'économies d'échelle au niveau de la production.

Les économies d'échelle obtenues au niveau de la gestion de l'entreprise résultent essentiellement de facteurs organisationnels. Par exemple, la direction peut parvenir à de substantielles réductions du prix de revient,

FIGURE 1 - MONOPOLE DE FAIT



irréalisables au niveau de la production, en faisant appel à un financement à grande échelle ou à la promotion des ventes par la publicité. L'exposé relatif à la chute du prix de revient unitaire associée aux économies d'échelle s'applique de façon symétrique aux économies de diversification.

Les figures 2 et 3 illustrent les avantages potentiels d'un monopole de fait, comparé à la structure d'un marché concurrentiel, dans l'hypothèse où il n'existe pas d'économies d'échelle. Comme on peut le constater, le prix de revient minimal de production pour une entreprise subissant la concurrence ne diffère pas de celui du monopole. Lorsqu'une production à échelle réduite ne constitue pas un désavantage au plan des prix de revient, la concurrence a pour effet de provoquer une augmentation significative de la production de biens à plus bas prix.

Il est toutefois irréaliste de postuler que les conditions relatives aux prix de revient sont semblables dans les structures respectives de marché concurrentiel et de marché monopolistique. L'apparition d'économies d'échelle dans le processus de production a pour effet de réduire le prix de revient unitaire.

La figure 4 illustre le cas du monopole de fait. La courbe du prix de revient moyen à long terme (PRMLT) décline continuellement à

FIGURE 2 - CONCURRENCE

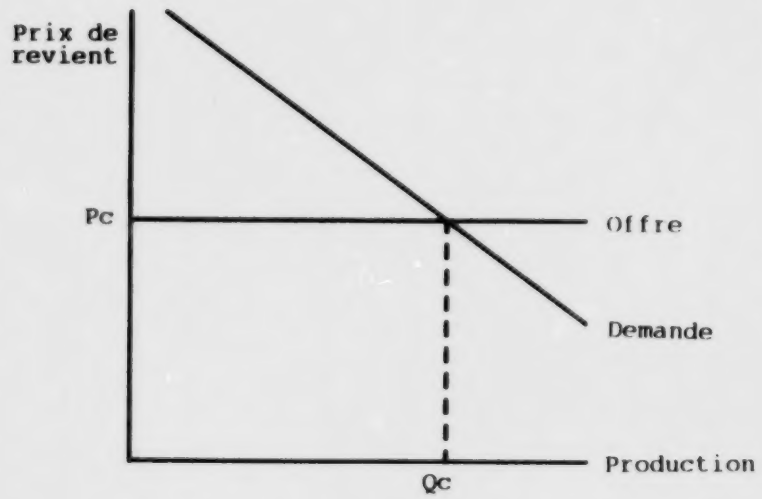


FIGURE 3 - MONOPOLE

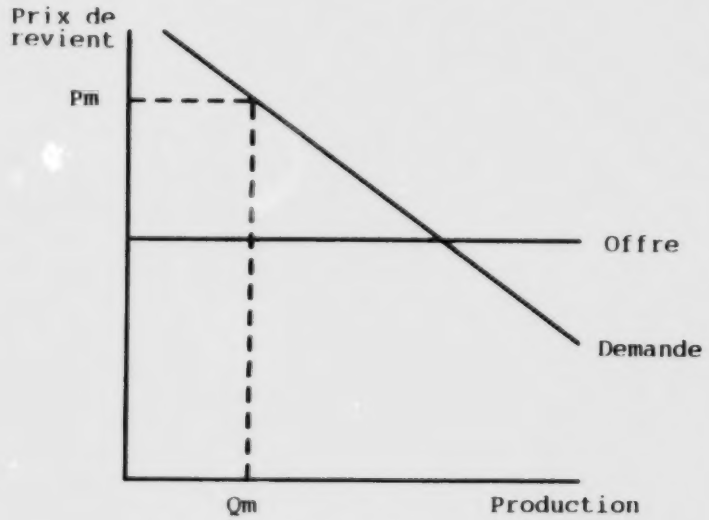
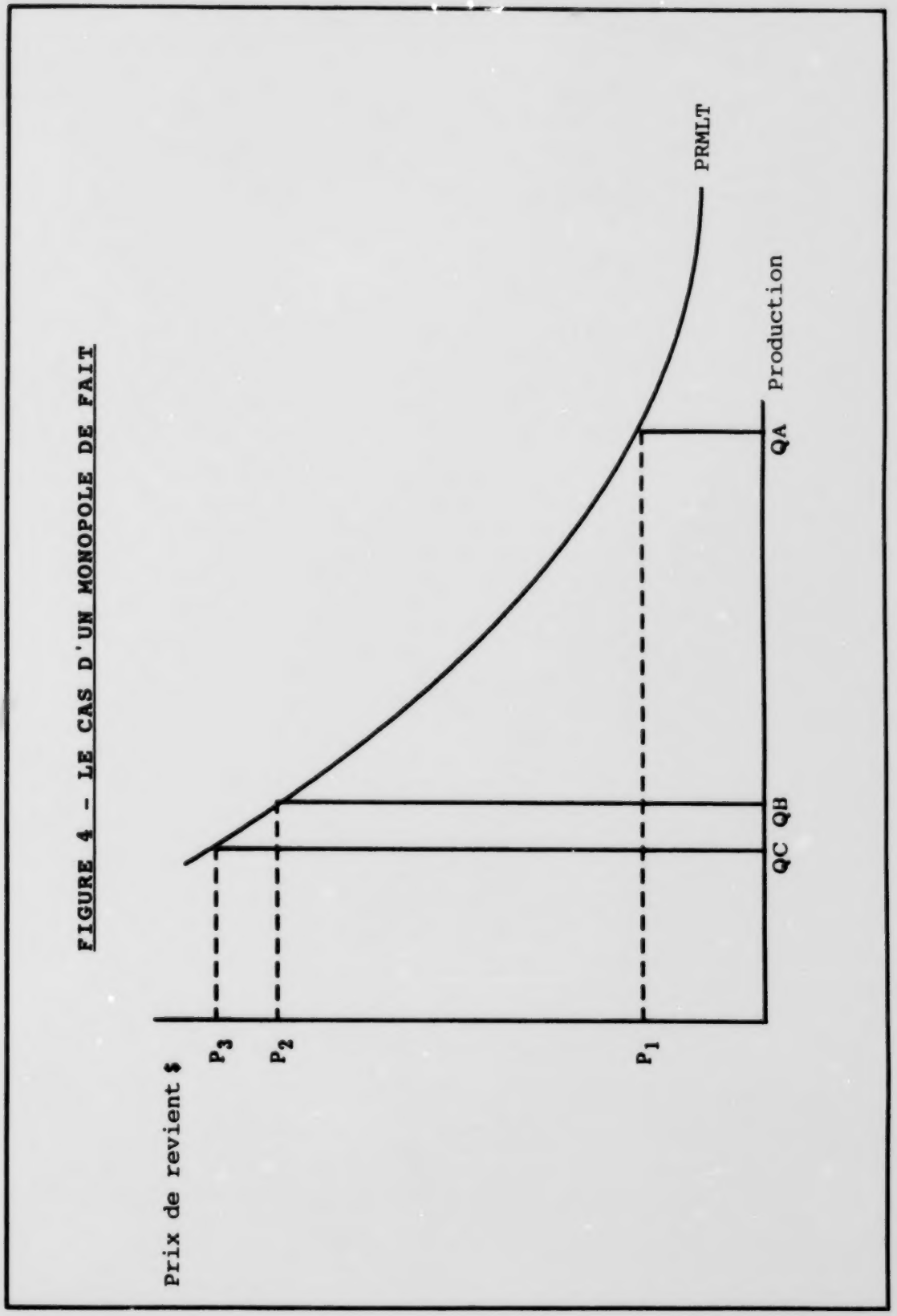


FIGURE 4 - LE CAS D'UN MONOPOLE DE FAIT



mesure que le volume de la production augmente en raison des économies d'échelle. En conséquence, dans un contexte de monopole de fait, l'entreprise ayant le plus grand volume de production bénéficie du prix de revient unitaire le plus bas, ce volume étant exprimé par QA.

L'entreprise peut mettre cet avantage à profit pour réduire ses prix de vente et chasser du marché les concurrents ayant un prix de revient plus élevé en raison d'un volume de production inférieur à QA, par exemple QB et QC. En outre, le marché étant possiblement restreint ou en croissance lente, comme le marché du service interurbain, les concurrents de plus petite envergure ne pourront jamais augmenter suffisamment leur volume de production pour pouvoir profiter des économies d'échelle dont l'entreprise A bénéficie.

En conséquence, l'entreprise concurrente devra peut-être supporter les coûts supplémentaires afférents à la portion inutilisée de sa capacité de production et n'atteindra peut-être jamais le niveau minimal théorique au plan du prix de revient.

c. Méthode d'estimation

Il est possible d'obtenir des estimations quantitatives des économies d'échelle en mesurant l'élasticité d'échelle. Il s'agit du ratio formé du taux d'augmentation du volume

des extrants sur le taux d'accroissement du volume de tous les intrants. Un ratio supérieur à 1,0 constitue l'indice d'une économie d'échelle. Une autre méthode d'estimation consiste à mesurer l'élasticité qui existe entre le prix de revient et le volume des extrants, soit le contraire de l'élasticité d'échelle. Il s'agit cette fois de mesurer le ratio du taux de réduction du prix de revient sur le taux d'augmentation du volume des extrants. Selon cette méthode, un ratio inférieur à 1,0 dénote l'existence d'économies d'échelle.

2. Économies de diversification

a. Définition

On dit qu'il existe des économies de diversification lorsque la production d'un ensemble de deux services ou plus à l'intérieur d'une même entreprise résulte en un prix de revient inférieur à ceux que l'on obtiendrait si chacun des services était fourni par des entreprises distinctes.

b. Origine des économies de diversification

Cette diminution du prix de revient résulte directement du partage des installations de production d'une entreprise (c'est-à-dire de la fonction production conjointe). Par exemple, dans l'industrie des télécommunications, la transmission des données et l'acheminement des appels téléphoniques par un même service interurbain

représente une économie de diversification, étant donné que ces services utilisent des immobilisations et une main-d'oeuvre communes.

c. **Méthode d'estimation**

Les économies de diversification, ou économies de production conjointe, se mesurent en fonction de l'élasticité négative de substitution. Il s'agit du ratio du taux de changement du volume des extrants sur le taux de changement du prix. Il est difficile de mesurer ces économies, car il n'est pas facile d'obtenir des données sur le prix de revient dans un contexte de production simultanée. En outre, dans un article paru récemment, Anderson et Thursby (The Review of Economics and Statistics, 1986) expriment des réserves au sujet des conclusions qu'on peut tirer d'estimations ponctuelles et recommandent d'effectuer une ventilation plus poussée des données afin d'obtenir un plus grand nombre d'intervalles de confiance. L'emploi de cette technique demeure cependant limité en raison du peu de disponibilité des données.

3. Définition du monopole de fait en vertu du concept de "subadditivité"

Des chercheurs ont signalé que les économies d'échelle constituent une condition nécessaire mais insuffisante en soi de l'existence d'un monopole de fait dans l'industrie des télécommunications. Il doit également exister des économies de diversification. Il n'est pas nécessaire qu'elles soient plus grandes que les économies d'échelle; elles doivent au contraire être moins

importantes que ces dernières ou encore être compensées par celles-ci.

Le concept de "subadditivité" a récemment été proposé en tant que critère de portée universelle aux fins de déterminer si une industrie constitue ou non un monopole de fait. La "subadditivité" du prix de revient signifie que le prix de revient d'un ensemble de biens ou de services produits par une seule entreprise est inférieur à la somme des prix de revient de tous les sous-ensembles de ces biens et services produits par plus d'une entreprise. La difficulté de répartir des frais fixes ou communs entre de multiples produits rend le calcul de la "subadditivité" complexe. L'une des méthodes de solution de ce problème consiste à analyser les coûts différentiels associés à un volume de production donné. Les coûts différentiels associés à un bien ou à un service particulier sont ceux qui disparaîtraient si on ne le produisait pas.

C. AUTRES FACTEURS

Plusieurs facteurs, étroitement reliés entre eux et qui contribuent à l'existence d'un monopole de fait, s'avèrent pertinents dans le cadre de la présente étude portant sur le service interurbain. Ils incluent :

* les économies de capacité;

* l'incidence des facteurs géographiques; et

* le coût des immobilisations en tant qu'obstacle à l'entrée dans le marché.

1. Économies de capacité

La figure 4 illustre l'existence d'un monopole de fait fondé sur des économies d'échelle. Lorsque le volume de la production atteint le niveau QB pour répondre à la demande, les économies d'échelle ne sont pas toutes épuisées, étant donné que l'on n'a pas encore atteint un niveau adéquat d'utilisation de la capacité de production (c'est-à-dire des économies de capacité). Théoriquement, on pourrait obtenir de nouvelles réductions du prix de revient par de nouvelles augmentations du volume de la production.

Si l'entreprise de télécommunications se dote d'une capacité suffisante pour accroître son volume de production au-delà du niveau QB, prévoyant peut-être que le marché s'étendra jusqu'à atteindre le niveau optimal de demande, elle profiterait des économies d'échelle et épuiserait les coûts marginaux dégressifs.

2. Incidence des facteurs géographiques

L'incidence des facteurs géographiques représente le corollaire de l'argument relatif aux coûts marginaux dégressifs inépuisés. Pour l'industrie des télécommunications, un réseau de transmission et de diffusion optimal au plan du prix de revient se doit d'être conçu sur mesure, en fonction de l'utilisation qu'en font les usagers dans chacune des localités desservies. Les marchés spécifiquement locaux que l'on trouve au Canada représentent peut-être un obstacle lorsque

surgissent des occasions d'exploiter à fond les économies d'échelle relatives à certaines techniques. Dans ces circonstances, l'entreprise devra peut-être supporter les coûts additionnels associés à la portion inutilisée de sa capacité de desserte et se trouver dans l'impossibilité de réaliser un prix de revient conforme au niveau minimal théorique.

3. Obstacles à l'entrée dans le marché

Les mises de fonds et les nouveaux investissements continuellement requis peuvent effectivement constituer un obstacle à l'entrée dans le marché et en conséquence, conduire à l'existence d'un monopole de fait. Non seulement les immobilisations nécessaires à un service interurbain sont-elles très élevées, mais la vitesse des changements technologiques et le taux de redondance qu'exigent les nouvelles techniques aggravent la situation en entretenant en permanence le besoin de nouveaux investissements d'un niveau élevé.

D. VÉRIFICATION DE L'EXISTENCE D'UN MONOPOLE DE FAIT

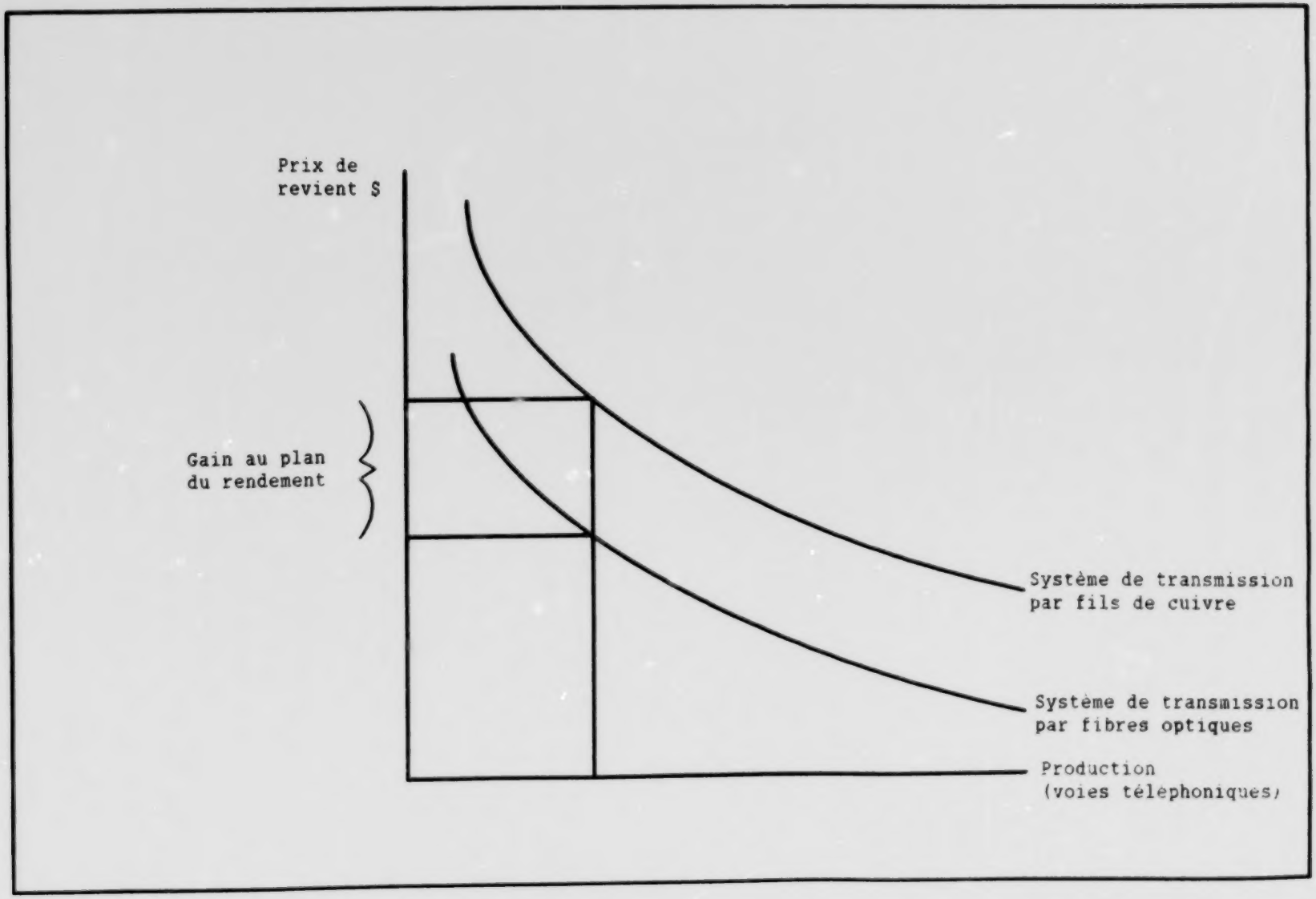
La vérification de l'existence d'une structure de monopole de fait représente depuis longtemps un défi pour les économistes. La présence d'autres sources de variation des données relatives au prix de revient empêche de distinguer clairement l'influence des économies d'échelle et de diversification sur la fonction prix de revient.

Comme nous l'avons exposé à la section C.3., les économies de capacité ont une incidence considérable sur le prix de revient unitaire moyen. Au seul plan des rendements, les améliorations obtenues grâce aux nouvelles techniques représentent une autre source de variation du prix de revient. Or, des gains au plan de l'efficacité ne constituent pas un indice de l'existence d'une structure de monopole de fait dans une industrie. Ils indiquent simplement que la nouvelle technique réduit les coûts marginaux de production sur l'ensemble des produits.

Par exemple, la figure 5 illustre la courbe des prix de revient pour les transmissions par fibres optiques et au moyen de fils de cuivre. Le coût marginal d'une voie téléphonique est moins élevé lorsque l'on emploie la fibre optique plutôt que le fil de cuivre parce que ce dernier requiert l'emploi d'un plus grand nombre de répéteurs. Cela constitue un gain au plan de l'efficacité seulement, et non pas des économies d'échelle ou de diversification.

Les chercheurs ont eu de la difficulté à construire des modèles économétriques qui puissent cerner avec précision l'effet des économies d'échelle et de diversification par rapport aux autres sources de variation du prix de revient. Comme nous l'expliquons en détails dans la section VI, il n'existe aucun indice économétrique probant de l'existence d'économies d'échelle et d'économies de diversification en matière de prestation du service interurbain. D'autres méthodes peuvent toutefois être mises à contribution pour élucider la question.

FIGURE 5 - INCIDENCE DU CHANGEMENT TECHNOLOGIQUE SUR LE RENDEMENT



En analysant les propriétés physiques des intrants, une méthode faisant appel aux ressources de l'ingénierie s'avère utile, étant donné que les économies d'échelle et de diversification constituent des attributs du processus de production. Par contre, cette méthode ne peut apporter que la preuve de l'existence d'économies d'échelle spécifiques aux voies d'acheminement (niveau de la production). Elle ne produit pas de résultats en rapport avec les économies réalisées au niveau de la gestion de l'entreprise.

Une méthode qui aborde le problème sous l'aspect financier analyse précisément les caractéristiques du marché et la capacité de l'entreprise de récupérer ses frais. Les résultats ainsi obtenus permettent de déterminer si les entreprises de grande envergure peuvent bénéficier ou non de prix de revient avantageux et, par la même occasion, fournissent un indice des économies d'échelle réalisées au niveau de l'entreprise. Cette méthode ne permet toutefois pas d'effectuer une distinction entre les économies d'échelle, les économies de diversification et les économies de capacité.

En utilisant les données relatives aux prix de revient fournies devant les organismes de réglementation, la comptabilité de prix de revient fournit des renseignements sur la tendance du prix de revient unitaire du service interurbain au niveau de l'entreprise. Elle permet de distinguer les économies de capacité lorsqu'il y en a, mais elle ne peut effectuer de distinction entre les économies d'échelle et de diversification et les gains au plan de l'efficacité attribuables à l'utilisation de nouvelles techniques.

Chacune de ces quatre méthodes comporte des défauts qui limitent leur aptitude individuelle à solutionner le problème. Toutefois, lorsqu'on les rassemble, elles fournissent un ensemble de résultats probants dont on peut tirer de solides conclusions. Les tableaux 6 et 7 présentent un résumé de la sensibilité de ces méthodes dans le but de distinguer parmi diverses sources de variation de la fonction prix de revient, de même que la pertinence et les restrictions relatives à chacune des méthodes.

E. CONCLUSIONS

Un monopole de fait se définit en termes d'économies d'échelle et de diversification. Toutefois, ces dernières ne représentent que deux des facteurs potentiels de réduction des coûts de production.

Les chercheurs ayant appliqué la méthode de l'analyse économétrique à l'étude de la structure de monopole de fait du service interurbain ont éprouvé des difficultés lorsqu'il s'agissait d'établir la distinction parmi divers impacts sur la fonction prix de revient. En conséquence, la présente étude a fouillé plusieurs pistes dans le but d'obtenir les résultats probants requis, afin d'établir l'existence d'économies d'échelle et de diversification dans la prestation du service interurbain.

Tableau 6

SENSIBILITÉ DE NOS MÉTHODES D'INVESTIGATION AUX SOURCES DE VARIATION DE LA FONCTION PRIX DE REVIENT

Source de variation de la fonction prix de revient	Méthode d'analyse			
	Étude d'ingénierie	Analyse financière	Comptabilité de prix de revient	Analyse économétrique
Économies d'échelle	✓			✓
Économies de diversification	✓			✓
Changement technologique	✓	✓		✓
Économies de capacité	✓		✓	✓
Sûreté et précision des résultats	Excellente	Bonne	Bonne	Médiocre

TABLEAU 7

PERTINENCE DE NOS QUATRE MÉTHODES D'INVESTIGATION ET RESTRICTIONS S'Y RAPPORTANT

	DESCRIPTION	PERTINENCE	RESTRICTIONS
MÉTHODE DE L'ÉTUDE D'INGÉNIERIE	• Analyse du coût des immobilisations par kilomètre de circuit construit selon diverses techniques.	• Se concentre sur les propriétés physiques et, par conséquent, permet de discriminer parmi toutes les sources de variation de la fonction prix de revient. • Prend en ligne de compte l'évolution actuelle et future de la technologie. • Résultats très surs et très précis.	• S'appuie sur le prix de revient au plan de l'étude d'ingénierie plutôt que sur les données d'exploitation des sociétés. • Repose uniquement sur des données du niveau de la production (plutôt) que des données du niveau de la gestion de l'entreprise).
MÉTHODE DE L'ANALYSE FINANCIÈRE	• Analyse le rendement financier de l'exploitation d'un service interurbain par diverses sociétés.	• Compare les résultats obtenus par les diverses sociétés au cours d'une même année; par conséquent, n'est pas biaisé par le changement technologique. • Résultats assez sûrs et précis.	• Ne permet pas de discriminer parmi les économies d'échelle, de diversification et de capacité. • Ne tient pas compte des différences au plan des techniques employées par les diverses sociétés. • Ne peut prévoir l'incidence de l'évolution technologique.
MÉTHODE DE LA COMPTABILITÉ DE PRIX DE REVIENT	• Analyse les tendances du prix de revient par mille de circuit par appel au cours d'une période donnée.	• Donne une perspective historique à l'étude. • Tient spécifiquement compte du taux d'utilisation de la capacité. • Résultats moyennement sûrs et précis.	• Ne permet pas de mesurer l'incidence ni des économies d'échelle et de diversification, ni du changement technologique. • Ne peut prévoir l'incidence de l'évolution.
MÉTHODE DE L'ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE	• Estimation du prix de revient de l'entreprise à l'aide de données historiques.	• Établit un lien avec la théorie économique.	• On ne peut s'appuyer sur des données ventilées pour estimer des économies d'échelle ou de diversification dans le cas de produits spécifiques (c'est-à-dire le service interurbain). • Ne peut prévoir l'incidence de l'évolution technologique. • Résultats peu sûrs et peu précis.

SECTION III :

RÉSULTATS PROBANTS - MÉTHODE DE L'ANALYSE D'INGÉNIERIE

LE 10 MARS 1988

III. RÉSULTATS PROBANTS : INGÉNIERIE, ÉQUIPEMENTS ET EXPLOITATION

A. INTRODUCTION

L'analyse des données d'ingénierie constitue un outil idéal pour déceler la présence d'économies d'échelle et de diversification - les conditions caractéristiques d'un monopole de fait. Ces données se rapportent uniquement aux propriétés physiques des biens d'équipement qui sous-tendent la fonction prix de revient; on peut ainsi établir séparément, pour chacune des techniques, l'étendue des économies d'échelle et de diversification. Le coût des équipements requis pour assurer le service interurbain s'inscrit dans le prix de revient du service au chapitre des comptes de dotation aux amortissements. Les sommes habituellement comptabilisées au titre de l'équipement comprennent l'acquisition d'équipements, l'ingénierie des installations et les coûts de construction. En outre, il faut compter des frais de maintenance. Ces dépenses proviennent de l'acquisition d'équipements de remplacement et du coût des services de techniciens.

La somme annuelle de ces coûts, en dollars constants par équipement d'extrémité en service, diminue constamment depuis plusieurs décennies. L'une des raisons de cette situation est tout simplement que le nombre des équipements d'extrémité s'est accru sensiblement et que certaines charges fixes ont par conséquent été réparties sur une base plus large. On observe toutefois une autre tendance importante. À mesure que la technologie évolue, l'optimisation des coûts de l'architecture des systèmes favorise de plus en plus les grands systèmes. En dollars

courants, les frais de démarrage des systèmes de transmission et de commutation du service interurbain n'ont pas diminué (ils ont même augmenté lorsqu'on y inclut le coût des travaux d'ingénierie et de construction d'infrastructure), alors que la taille finale des systèmes augmentait. La présente section de ce rapport explique les fondements technologiques de ces tendances.

B. SURVOL DES ÉQUIPEMENTS

Les systèmes primitifs de communication interurbaine se composaient de paires de fils nus. Le téléphoniste réalisait manuellement la commutation au moyen de prises et de jacks. Dans ce contexte, il est facile de comprendre que le prix de revient par équipement d'extrémité en service était pratiquement sans rapport avec le nombre de voies installées. Le coût des servitudes et des poteaux de téléphone constituait la seule charge commune à plusieurs voies. Pour chacune des voies, on devait acquérir et installer deux paires de fils (une paire dans chacune des directions) de même que les amplificateurs et les bornes de raccordement requis.

Les progrès de l'électronique eurent tôt fait de permettre à deux paires de fils de porter simultanément plusieurs voies téléphoniques au moyen de diverses techniques connues sous l'appellation générique de "multiplexage". De toute évidence, en raison des immobilisations au titre de l'équipement électronique nécessaire au multiplexage et du coût plus élevé des amplificateurs plus complexes requis dans un circuit multiplex, le prix de revient de la première voie en service dans un système multiplex dépassait

considérablement celui d'une voie "simplex". Toutefois, lorsque le multiplexeur fonctionnait à plein rendement, le prix de revient par voie avec 12 voies en service (la capacité ultime des premiers systèmes) était beaucoup plus bas que celui de 12 voies simplex utilisant autant de paires de fils.

Le même phénomène s'est produit lorsque l'on a commencé à appliquer des techniques de commande centrale à la conception des équipements de commutation. La commutation à commande centrale intégrait plusieurs caractéristiques, par exemple, une facilité d'expansion, une certaine souplesse au plan de la traduction des numéros appelés et l'acheminement par voie détournée. Ces caractéristiques entraînaient des frais, mais avec l'équipement plus ancien, elles étaient techniquement irréalisables. Or, elles étaient absolument essentielles à la prestation efficace de l'interurbain automatique.

Au début des années 1960, on a commencé à utiliser des systèmes de transmission numérique pour la desserte du trafic téléphonique et ce, pour des raisons essentiellement économiques. Le coût de plus en plus bas des transistors et l'amélioration de leurs caractéristiques de fonctionnement à des températures extrêmes (requises dans le cas des répéteurs électroniques montés sur des poteaux) permettaient de construire de façon économique les circuits complexes des codeurs et des décodeurs numériques. Les répéteurs pouvaient traiter 24 voies par paire de fils. Ces répéteurs constituaient des circuits beaucoup plus simples que les amplificateurs analogiques qu'ils remplaçaient, mais le système exigeait l'emploi d'un répéteur par mille tout au long du circuit. Les signaux

numériques devaient être convertis en signaux téléphoniques analogiques dans chacune des interfaces de commutation.

Avec l'apparition de la commutation numérique de central à la fin des années 1970, le train numérique à 24 voies pouvait dorénavant alimenter directement un commutateur numérique sans conversion à l'interface. Lorsque le circuit de départ était numérique, il pouvait également être relié au commutateur sur 24 voies sans qu'il soit nécessaire de convertir le signal au format analogique. Cela a permis de réaliser des économies considérables en matière de jonctions entre les commutateurs et les systèmes de transmission, et a brouillé les distinctions d'ordre technique entre ces systèmes, lesquelles étaient jusque-là nettement définies, au plan de la technique comme à celui des coûts.

Il n'y a pas si longtemps, la qualité de la transmission de la voix lors des télécommunications interurbaines laissait beaucoup à désirer. Mis à part la fidélité restreinte et le bruit de fond, tous les systèmes de transmission analogique entraînent nécessairement une chute du niveau de signal (le volume) en fonction de la distance parcourue. Cette modification est nécessaire afin d'assurer la stabilité du système de transmission, c'est-à-dire empêcher que le circuit ne hurle, comme le font parfois les systèmes de sonorisation. Les systèmes de transmission numérique ne sont pas soumis à de telles contraintes. Ils ont également la propriété d'éliminer virtuellement tous les bruits de fond et peuvent être plus facilement conçus de façon à remplir le spectre de transmission disponible de signaux téléphoniques.

Il arrive maintenant fréquemment que l'on utilise le réseau téléphonique pour transmettre des données à faible débit binaire à l'aide de modems. Ces dispositifs convertissent les données en tonalités que les équipements de commutation et de transmission du réseau interurbain ne peuvent distinguer du trafic téléphonique. Or, si l'oreille humaine tolère bien d'entendre un clic ou un crépitement occasionnel au cours d'un appel interurbain, ces mêmes parasites brouillent les transmissions de données. À l'heure actuelle, un taux d'erreur relativement élevé accâble les transmissions de données par modem sur le réseau interurbain. Les systèmes qui transmettent ces données ont généralement recours à des techniques de détection des erreurs et déclenchent tout simplement la retransmission des données lorsqu'ils détectent des erreurs.

On ne sait pas très bien jusqu'à quel point le réseau téléphonique interurbain est employé pour la transmission de données à basse vitesse. Les circuits de données desservent non seulement des ordinateurs et des terminaux d'ordinateur, mais aussi un parc de télécopieurs en croissance rapide. Nous estimons qu'il y a 175 000 modems analogiques en service au Canada, par rapport à dix millions de lignes téléphoniques.

Ce que l'on connaît avec précision, c'est le volume des données transmises en mode numérique par les réseaux à commutation par paquets nouvellement installés. À l'heure actuelle, avec environ 40 000 points d'accès en service, le volume total des données transmises sous cette forme demeure très petit en comparaison du trafic téléphonique. Signalons au passage qu'un commutateur numérique moderne a un débit de 5 gigabits à la seconde

alors qu'un commutateur X.25 moderne peut manipuler un débit de données environ un million de fois moins élevé.[1] On trouve des milliers de commutateurs téléphoniques en Amérique du Nord, mais il n'y a qu'environ 70 commutateurs de données X. 25 en service au Canada à l'heure actuelle. Ces commutateurs sont reliés aux voies interurbaines par seulement quelques douzaines de circuits numériques exploités à 56 kilobits à la seconde, soit des circuits à peu près équivalents à une voie téléphonique chacun. On peut donc conclure en toute certitude que le volume total des transmissions de données ne représente aujourd'hui qu'une infime partie du trafic interurbain. Le taux annuel de croissance du nombre de points d'accès de données est cependant nettement supérieur à celui des postes téléphoniques.

Nous examinerons maintenant les techniques les plus importantes utilisées dans la prestation du service interurbain, notamment la commutation, les faisceaux hertziens, les systèmes de transmission par fibres optiques et les systèmes à satellites.

1. La commutation

Les commutateurs modernes d'appels interurbains, essentiellement conçus pour acheminer le trafic téléphonique en format numérique, sont commandés en central par deux puissants ordinateurs. Suite à de récents progrès en rapport avec ce concept, on a dispersé une série de microprocesseurs dans l'architecture des appareils. Il en est résulté une capacité de commutation très grande et une diminution du prix de revient des extrémités dans les systèmes de grande envergure. Un autocom-

mutateur interurbain numérique utilisé pour la desserte de 1 000 voies téléphoniques d'arrivée coûte environ 3 millions de dollars à l'heure actuelle, soit 3 000 $ par voie téléphonique. Toutefois, à 20 000 voies d'arrivée, le prix de revient chute à près de 350 $ par voie; on réalise donc des économies d'échelle très considérables. La conception des futurs équipements suivra vraisemblablement la même tendance en offrant une gamme encore plus poussée de fonctions de commande.[1]

Il est important de signaler que la plupart des équipements de commutation sont reliés à plusieurs systèmes de transmission, de sorte que les économies d'échelle obtenues au plan de la commutation sont fonction du débit global du trafic plutôt que du débit propre à chacune des voies d'acheminement des systèmes de transmission. Étant donné que tout centre de commutation interurbaine d'une certaine importance est doté de personnel jour et nuit et que le niveau minimal de dotation est fonction d'exigences propres à l'emplacement plutôt qu'aux équipements, on réalise des économies d'échelle supplémentaires dans les grands centres. La dotation moyenne en personnel requise pour des commutateurs numériques interurbains est deux à trois fois moins importante que celle que requiert un grand appareil de commutation analogique, par exemple le modèle 4A des années 1950.

Les commutateurs numériques modernes permettent également de réaliser des économies sur le plan de l'encombrement au sol. Ils occupent aussi peu que

20 p. 100 de la surface au sol requise pour loger leurs ancêtres électromécaniques.

Les commutateurs modernes conçus pour effectuer la commutation interurbaine des données transmettent celles-ci par paquets. Les circuits périphériques de ces commutateurs regroupent les données numériques (qui peuvent avoir été transmises par des modems analogiques sur le réseau local) en paquets d'une longueur donnée. Le commutateur appose ensuite les renseignements d'adressage sur chacun des paquets et les transmet à haute vitesse vers leurs destinations. Ainsi, à l'aide d'équipements de transmission à haute vitesse, on peut entrelacer des données provenant de plusieurs terminaux à basse vitesse à l'intérieur de paquets et ce, à mesure que les circuits périphériques soumettent ces derniers. Évidemment, le processus comporte des délais, les communications d'arrivée à basse vitesse étant rassemblées en paquets qui seront retenus en attendant qu'une position d'acheminement se libère sur le circuit de départ à haute vitesse. Aux vitesses d'exécution actuelles, ce retard rend la commutation par paquets peu attrayante pour la plupart des communications téléphoniques, mais idéale lorsqu'il s'agit de relier des terminaux relativement lents à des ordinateurs rapides. Les commutateurs de paquets existants ne peuvent traiter les communications provenant de circuits d'abonnés à haute vitesse.

Vers le milieu des années 1990, il est vraisemblable qu'une intégration plus poussée des techniques de l'intelligence artificielle dans la conception des

commutateurs numériques et la diminution du coût des microprocesseurs à haute vitesse permettent de concevoir un commutateur capable de traiter, de façon économique, tout aussi bien des données par paquets que des voix numérisées, à l'intérieur d'un même réseau.

Un tel dispositif, qu'on pourrait appeler "commutateur de paquets à haute vitesse" ou "commutateur de circuits à haute vitesse" sera relativement coûteux pour un système d'envergure réduite, mais utilisé dans un système de grande taille, il permettra de réaliser de substantielles économies d'échelle et offrira plus de souplesse aux plans de la commercialisation et de la gestion. Le même commutateur pourrait offrir une vaste gamme de vitesses de transmission et de services aux abonnés avec un minimum de remaniements matériels des circuits d'abonnés. On réaliserait alors des économies de diversification.

Un troisième type de commutateur apparaît maintenant dans le réseau numérique. Cet appareil est conçu afin d'interconnecter facilement des systèmes de transmission numérique entre eux et avec d'autres commutateurs. Ses points d'accès fonctionnent à une vitesse de 1,5 megabit ou 45 megabits à la seconde. Il commute relativement peu souvent et peut maintenir des connexions en service durant plusieurs mois ou, à tout le moins, plusieurs heures. On appelle cet appareil un "système d'interconnexion numérique" ou "commutateur à basse vitesse". La mise en place d'un tel commutateur réduit les frais d'un usager ou d'une entreprise de télécom-

munications de grande envergure en permettant de modifier la configuration et la vocation des équipements de transmission à divers moments de la journée, sans devoir effectuer un remaniement matériel des équipements. Le système permet également de réorganiser rapidement un réseau de télécommunications en cas de panne de circuits, ce qui réduit la redondance matérielle requise afin d'assurer un niveau minimal de continuité.

L'avenir de la véritable commutation optique est incertain. On prévoit que les points de commutation optiques ne fonctionneront pas très bien, alors que l'on peut réaliser des gains appréciables en ayant recours à des techniques se situant dans le prolongement direct de celles que l'on emploie actuellement dans les équipements de commutation.

2. Faisceaux hertziens

Cette technique vieillit. Mises à part certaines extensions à des voies existantes, les systèmes de radiocommunications construits aujourd'hui ont tous recours à la technologie numérique. Dans un système complet de faisceaux hertziens, avec 11 canaux radioélectriques, on peut obtenir au moyen d'un équipement ordinaire environ 13 000 voies téléphoniques analogiques dans la bande de fréquences de 6 gigahertz. En faisant appel à des équipements complexes, par exemple des systèmes de radiocommunications à bande latérale unique, on peut doubler ce nombre de voies, mais de tels systèmes sont peu répandus. Dans la bande de fréquences de 8 gigahertz, on obtient un peu moins de 15 000 voies

téléphoniques avec les systèmes de radiocommunications analogiques, mais on doit installer des systèmes d'antennes à diversité d'espace sur la plupart des bonds de faisceaux hertziens afin de réduire les probabilités de subir des pannes de réseau, occasionnées par des évanouissements dûs aux conditions météorologiques. La même capacité est disponible dans la bande de fréquences de 11 gigahertz, mais le faible espacement requis entre les transmetteurs dans le but d'assurer un rendement d'un niveau acceptable, en dépit des évanouissements dûs aux conditions météorologiques, s'avère peu économique pour la plupart des applications. La largeur de bande disponible étant de 40 megahertz dans le spectre de fréquences utilisé par ces systèmes, elle représente la principale restriction se rapportant à leur capacité.

Au cours des 15 dernières années, les concepteurs de systèmes de radiocommunications ont consacré beaucoup d'énergie à l'amélioration des dispositifs de modulation d'amplitude des faisceaux hertziens, dans le but d'accroître la capacité de transmission, en nombre de bits à la seconde, à l'intérieur d'une largeur de bande donnée (40 megahertz). Aujourd'hui, le perfectionnement des systèmes se heurte à l'obstacle de rendements dégressifs.[7] Si l'on acceptait de rendre le dispositif de modulation d'amplitude des faisceaux hertziens plus complexe en augmentant son niveau de modulation d'amplitude en quadrature de 64 à 256 (la prochaine étape logique), la capacité de desserte des radiocommunications à 8 GHz pourrait s'améliorer et passer de 15 000 à 20 000 voies téléphoniques. Un câble

optique constituerait cependant une alternative attrayante à un système de cette taille, sauf sur les terrains les plus inhospitaliers. Une telle situation est caractéristique des techniques qui atteignent la limite de leurs possibilités.

3. Systèmes de transmission par fibres optiques

Les systèmes de transmission par fibres optiques n'en sont encore qu'au premier stade de leur mise au point. À l'heure actuelle, les systèmes disponibles sur le marché permettent de transmettre 565 megabits à la seconde par fibre. Dans les laboratoires de recherche, on trouve des systèmes exploités à 4 gigabits à la seconde par fibre. Au-delà de cette limite, il est possible d'effectuer un multiplexage en fréquence. À l'aide de cette technique, on peut combiner dix longueurs d'ondes lumineuses sur une seule fibre. La limite atteinte à l'heure actuelle au plan expérimental et en mettant à contribution les techniques de multiplexage en fréquence est de 20 gigabits à la seconde par fibre. Cette limite de capacité pour une seule fibre est, au seul plan du spectre, 500 fois plus grande que la capacité disponible sur un canal radioélectrique de 40 megahertz de largeur de bande. Un seul câble optique peut compter un nombre illimité de fibres.

On prévoit qu'un système de transmission exploité à 2 gigabits à la seconde sera disponible avant 1990 pour des applications commerciales. Dans un tel système, un câble à 36 fibres disposerait d'une capacité bidirectionnelle minimale de 500 000 commu-

nications téléphoniques. De toute évidence, cela dépasse de loin toutes les possibilités d'un système de faisceaux hertziens. Aux États-Unis, on a déjà installé 20 000 milles de câble optique dans le réseau principal et on prévoit la pose de 40 000 milles de câble optique supplémentaire.[5] Ces systèmes ont tendance à former des boucles partout aux États-Unis en suivant des voies qui facilitent leur installation. La plupart des voies de transmission qui franchissent les Rocheuses font appel aux faisceaux hertziens en raison de la faible densité du trafic et du terrain difficile.

Tous les systèmes mentionnés ci-dessus reposent sur l'emploi de la technique primitive de "modulation marche-arrêt" actuellement utilisée. La modulation marche-arrêt représente un équivalent des systèmes télégraphiques en ce sens que l'on atteint des taux extrêmement élevés de débit binaire en émettant des signaux lumineux qui clignotent à très haute vitesse dans les câbles optiques. Des techniques hétérodynes ont fait l'objet d'essais en laboratoire. En appliquant ces techniques - utilisées depuis de nombreuses années dans le domaine des radiocommunications - à la réception, on accroîtra considérablement la largeur de bande disponible à partir des fibres existantes. Mais avant d'exploiter les techniques hétérodynes, il faudra surmonter des problèmes peu banaux. Le problème principal concerne la stabilité des fréquences des émetteurs au laser. Il semble toutefois assuré que ces problèmes seront résolus avant que les possibilités offertes par les techniques hétérodynes ne soient requises. Les capacités offertes par les techniques

primitives employées à l'heure actuelle dépassent de beaucoup le niveau de la demande des utilisateurs.

4. Télécommunications par satellite

On compte présentement environ 100 satellites géostationnaires en service et une cinquantaine d'autres se trouvent encore au stade de la planification.[6] Toutefois, leur popularité auprès des planificateurs de réseaux de télécommunications diminue rapidement. De nos jours, les liaisons par satellite attirent surtout ceux qui désirent se passer des entreprises de télécommunications. Cela dépend d'ailleurs peut-être davantage des pratiques actuelles de tarification que du problème fondamental du prix de revient.

Les liaisons par satellite sont à peine acceptables pour la transmission de la voix en raison du délai intrinsèque à la transmission, au départ comme à l'arrivée, depuis des orbites hautes de 22 300 milles. En outre, le rendement des liaisons par satellite au plan des erreurs de transmission de données est également tout juste acceptable.

Les premiers satellites de télécommunications utilisaient la bande de fréquences de 4 à 6 gigahertz, s'exposant ainsi aux interférences dues aux systèmes terrestres exploitant les mêmes bandes. Aujourd'hui, il s'avère difficile de faire fonctionner dans les grandes agglomérations des récepteurs de signaux satellite dans la bande de 4 à 6 gigahertz, en raison de l'interférence

terrestre. Il faut souvent installer les antennes réceptrices à l'extérieur des zones urbaines et acheminer le signal par câble ou au moyen d'une liaison hertzienne à son destinataire urbain.

Récemment, on a effectué la mise en service de satellites exploitant la bande de fréquences de 12 à 14 gigahertz. L'emploi d'une fréquence plus haute s'avère attrayant parce que celle-ci permet d'utiliser une antenne de diamètre relativement faible (1 à 2 mètres);[6] mais ces systèmes à plus haute fréquence sont sensibles aux interruptions dues aux conditions météorologiques durant de gros orages.

Tout ce qui précède indique que l'avenir des techniques qui emploient le satellite s'avère plutôt sombre en ce qui a trait à l'interurbain dans les grandes agglomérations. Elles demeureront utiles en matière de radiodiffusion unidirectionnelle et pour les télécommunications bidirectionnelles avec les régions éloignées.

5. Modifications importantes de la demande

Nous passerons maintenant en revue les nouveaux services interurbains qui pourraient être en demande lorsque de nouvelles techniques seront appliquées dans le réseau. Notre attention portera brièvement sur le RNIS, le visiophone Picturephone et la télévision à haute définition (HDTV).

Le RNIS est une norme internationale dont la mise au point permettra l'intégration sur les mêmes voies

d'acheminement de voix numérisées et de données numériques.[4] Le RNIS à débit de base offre à l'usager la possibilité de communiquer à une vitesse de 144 kilobits à la seconde. Cela n'est guère plus élevé que les 64 kilobits à la seconde transmis à l'heure actuelle sur une seule voie téléphonique. Le RNIS à débit primaire permettra à l'usager de communiquer à une vitesse de 1,5 megabit à la seconde. Cela est nettement inférieur au débit nécessaire à la transmission d'une image de télévision, mais plusieurs fois supérieur au débit requis afin de transmettre des écrans de données à des terminaux d'ordinateur. Selon nous, au cours des dix prochaines années, seules quelques entreprises - contre virtuellement aucun abonné du service résidentiel - s'abonneront au RNIS à débit primaire, à moins que des usagers ne décident de subdiviser la largeur de bande pour leurs propres fins ou dans le but d'en faire la revente. De même, nous estimons que le RNIS à débit primaire résulte davantage d'une campagne de commercialisation d'un produit, de la réglementation et de la tarification que de la demande fondamentale des usagers. Quant au RNIS à débit de base, nous prévoyons que son emploi se limitera essentiellement au monde des affaires durant les dix prochaines années.[2]

Les concepts fondamentaux de l'intégration de la voix et des données à l'intérieur du réseau (dans le but d'accroître les économies de diversification) et au niveau de l'abonné lui-même (dans le but de lui offrir de nouveaux services) sont valables. Les premières versions des normes internationales relatives au RNIS décrivent les moyens techniques

mis en oeuvre afin de réaliser l'intégration au niveau de l'abonné. Si les réseaux rivaux sont disposés à adopter ces normes et à s'y conformer à mesure qu'elles évoluent, l'usager sera assuré de la transparence du réseau et la présence d'un fournisseur unique ne devrait comporter que des désavantages minimes au plan des prix de revient. Tout désavantage au plan des prix de revient résulte de la diminution des économies d'échelle. Si les fournisseurs de services rivaux sont lents à adopter les normes internationales, ils ralentiront considérablement l'acceptation par le public usager des nouvelles options offertes sur le réseau.

Nous devons conclure que les services de transmission de données ne pourront compter, au cours des dix prochaines années, sur une croissance de la demande en matière de largeur de bande interurbaine dont le coefficient serait même proche de 2,0. Le premier créateur de données est l'être humain et son débit binaire est très bas, c'est-à-dire dans le meilleur des cas quelques dizaines de bits à la seconde en regard des 65 000 bits à la seconde du trafic téléphonique. Il s'établira une demande pour la transmission de fichiers de grande taille, mais les usagers auront tendance à enregistrer les fichiers transmis au lieu de les faire retransmettre intégralement à chaque fois qu'un utilisateur désire y accéder.

Mais alors, peut-on s'attendre que le visiophone Picturephone devienne très populaire d'ici dix ans et contribue substantiellement à la croissance de la demande en matière de largeur de bande

interurbaine? Le monde des affaires n'a pas encore réagi très vigoureusement à la possibilité de tenir des vidéoconférences. Avec un équipement de codage dispendieux, un train numérique de 1,5 megabit peut transmettre une image de qualité raisonnable. Un train numérique de 64 kilobits ayant subi un codage élaboré peut tout au plus alimenter un petit écran tout en fournissant efficacement des caractères indicateurs non verbaux.[2] Les abonnés du service résidentiel n'ont même pas accès à cette largeur de bande encore aujourd'hui et les services exploitant celle-ci n'effectueront pas de percée significative du marché au cours des dix prochaines années.

Des trains numériques à 1,5 gigabits desservent certaines parties de la communauté des affaires à l'heure actuelle, mais il n'existe pratiquement aucun équipement privé de vidéoconférence.

Une utilisation cent fois plus intense des équipements de vidéoconférence aurait un effet à peine perceptible sur la demande de largeur de bande à l'intérieur du réseau interurbain. Nous estimons d'ailleurs que l'aspect psychologique des vidéoconférences n'est pas assez bien compris pour permettre à la technologie de fournir un service adapté à un vaste public dans un avenir rapproché.[8]

La capacité requise pour la transmission des signaux de télévision à haute définition est de l'ordre de 280 megabits à la seconde.[3] Le jour où elle fera son apparition, elle sera probablement diffusée en mode numérique par câblodistribution. Il est possible que l'on fasse appel au réseau interurbain

national afin de transmettre un grand nombre de canaux de ce type entre des villes. En supposant que l'on requiert 20 canaux, cela emploierait 5,6 gigabits à la seconde unidirectionellement. En utilisant la technologie actuelle de transmission par fibres optiques, il faudrait consacrer dix fibres à cette tâche. Avant 1990, le nombre de fibres requises chuterait à trois. Nous devons donc conclure que la télévision haute définition ne mettra pas sérieusement à l'épreuve les capacités des systèmes de transmission les plus évolués. Par contre, la télévision à haute définition (HDTV) pourrait devenir un utilisateur important de la largeur de bande existante, mais non pas un utilisateur important de la largeur de bande virtuelle que l'on pourrait facilement installer au moyen de fibres optiques en fonction des voies d'acheminement utilisées. La question sera de savoir si la télévision à haute définition (HDTV) sera disposée ou non à payer le prix de ses transmissions. Il est clair qu'on pourrait répondre à ses besoins en termes de largeur de bande en y consacrant une fraction seulement de la capacité de transmission que fourniraient des câbles optiques si on les installait.

C. PRIX DE REVIENT DES TECHNIQUES

La répartition des coûts à l'intérieur d'un réseau de télécommunications fait toujours l'objet de vifs débats. Le problème fondamental découle du fait que tous les éléments d'un réseau sont en interaction, ce qui rend la discrimination entre les causes et les effets quelque peu arbitraire. Ce qui complique davantage la situation,

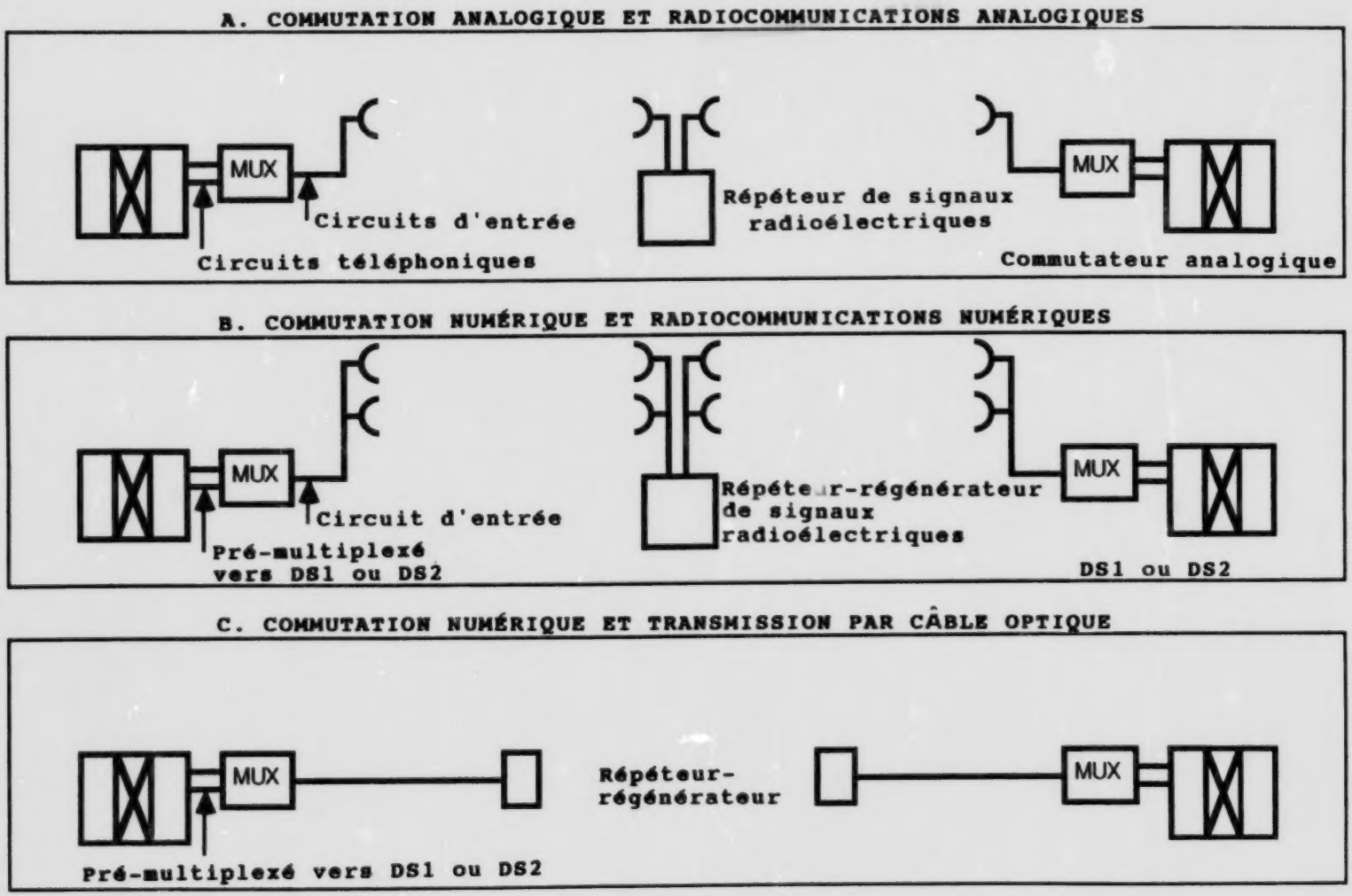
c'est que l'évolution de la technologie a brouillé les distinctions entre les éléments de réseau qui étaient si nettes il y a quelques années. En outre, d'autres facteurs rendent l'écheveau difficile à démêler, par exemple, le fait que les coûts de mise au rancart d'un circuit de transmission dépendent à un très haut degré du nombre d'autres circuits abandonnés sur le même commutateur. En conséquence, le prix de revient des voies d'acheminement dépend non seulement du système de transmission, mais de la configuration du réseau et de ses équipements d'extrémité.

1. Configurations de réseau

Trois configurations principales de transmission et de commutation présentent un intérêt particulier dans le cadre de la présente étude. La figure 1A illustre la première de ces configurations, résultat de l'association de la commutation analogique et de la transmission par radiocommunications analogiques. Dans cette configuration, les circuits téléphoniques individuels qui émergent du commutateur sont multiplexés en vue d'une transmission sur un seul canal radioélectrique. La plupart des systèmes de transmission par radiocommunications analogiques ont une capacité d'environ 1 200 circuits téléphoniques, lesquels sont ensuite modulés en fréquence par le multiplexeur. Certaines configurations permettent de doubler ce nombre. Le signal modulé est acheminé vers un circuit d'entrée, c'est-à-dire un câble à haute fréquence qui transmet le signal à l'emplacement de la station de radiocommunications. Dans bien des cas, surtout dans les grandes villes,

Figure 1

SCHÉMAS DE CONFIGURATION DE TROIS TECHNIQUES DE TRANSMISSION INTERURBAINE



la première station radioélectrique hertzienne d'une voie d'acheminement se trouve à l'extérieur de la zone urbanisée. Le circuit d'entrée est raccordé à un émetteur radioélectrique. Jusqu'à onze émetteurs radioélectriques, chacun étant individuellement raccordé à un multiplexeur et à un circuit d'entrée, peuvent alimenter une seule antenne. Une telle infrastructure peut donc traiter environ 13 000 voies téléphoniques.

La puissance de l'émission n'est que de quelques watts, mais l'antenne concentre cette puissance sur un étroit faisceau. Ce dernier est reçu par une autre antenne, à visibilité directe et située à une distance de 25 à 70 kilomètres de l'émetteur, selon la topographie et les conditions météorologiques prévisibles entre ces deux points. Le répéteur radioélectrique doit employer l'alimentation de secteur et être doté d'une batterie d'accumulateurs de réserve et d'une génératrice de secours. Il rediffuse le signal à l'arrivée - habituellement sur une nouvelle gamme de fréquences afin d'éviter les interférences - en direction du prochain répéteur radioélectrique. Sous certaines conditions, des circuits téléphoniques peuvent être branchés en dérivation et de nouveaux signaux insérés dans l'un ou l'autre des répéteurs tout au long de la voie d'acheminement.

La figure 1B illustre l'association d'un commutateur numérique et d'un système de radiocommunications numériques. L'élément important à signaler dans ce schéma est que le commutateur lui-même prémultiplexe en format numérique les circuits téléphoniques de

départ, au moins jusqu'au niveau CN1, c'est-à-dire 24 circuits téléphoniques à un débit binaire total de 1,5 megabit à la seconde. Ce qui constitue une fonction du système de transmission dans un contexte analogique, devient une fonction du commutateur dans un contexte numérique. À première vue, les fonctions radioélectriques apparaissent semblables à celles du système analogique. La différence principale entre les deux systèmes de radiocommunications est qu'au Canada, la plupart des systèmes numériques de radiocommunications sont exploités à 8 gigahertz mais partagent des antennes, des emplacements de récepteurs et des pylônes avec les systèmes analogiques. Dans cette configuration, le système de radiocommunications numériques nécessite l'emploi d'une seconde antenne en raison de la plus grande sensibilité à l'évanouissement des signaux à 8 gigahertz en comparaison des signaux à 6 gigahertz et à 4 gigahertz utilisés pour les radiocommunications analogiques. Ce facteur complique la conception des systèmes de radiocommunications.

Néanmoins, le prix de vente des systèmes de radiocommunications numériques est inférieur à ce qu'était celui des systèmes analogiques durant les années 1960. À l'heure actuelle, les prix des systèmes de radiocommunications analogiques ont tendance à être inférieurs à ceux des systèmes numériques, mais on emploie les systèmes analogiques uniquement dans le but de prolonger des circuits existants, en raison du coût relativement élevé du multiplexage analogique des signaux par rapport au multiplexage numérique. On doit également signaler que le rendement d'un système de radiocommunications

numériques est de loin supérieur à celui de sa contre partie analogique et qu'il offre beaucoup plus de qualité dans la transmission de la voix.

La figure 1C illustre la configuration des systèmes de commutation numérique reliés à des câbles optiques. À première vue, la configuration des zones de commutation et de multiplexage ressemble beaucoup à celle que requiert un système de radiocommunications numériques. Des répéteurs sont installés à tous les 40 kilomètres environ tout au long du circuit. Chacune des fibres d'un câble optique requiert l'emploi de son propre jeu de répéteurs, mais ces derniers ne sont pas installés avant que le volume du trafic sur le circuit ne rende nécessaire la mise en service d'une fibre donnée. Au plan électrique, des fils de cuivre insérés dans le câble optique alimentent les répéteurs, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de raccorder la station de répéteurs à l'alimentation de secteur, ni d'y installer des batteries d'accumulateurs de réserve ou une génératrice de secours. Les répéteurs eux-mêmes sont des dispositifs électroniques très simples, mais ils fonctionnent à des débits de signaux très élevés et chacun d'entre eux coûte quelques milliers de dollars. Les coûts associés à la pose d'un câble optique dépendent fortement de la nature du terrain. Les coûts d'installation d'une station hertzienne de radiocommunications sont, d'après un calcul sommaire, presque complètement indépendants de la nature du terrain parcouru.

2. Fonctions prix de revient du réseau

Etant donnés les frais de démarrage élevés de tout système de transmission multiplexé, le prix de revient par kilomètre de circuit téléphonique de tout système décroît rapidement à mesure que l'on augmente le nombre des circuits installés. Cela découle tout simplement du fait que l'addition de circuits à un système existant répartit le fardeau inhérent aux frais de démarrage sur un plus grand nombre de circuits. Le prix de revient par kilomètre de circuit diminue jusqu'au moment où l'on a installé le nombre maximal de circuits pour lequel le système a été conçu. Si l'on désire augmenter la capacité d'une voie de transmission en employant la même technique, il faudra mettre un nouveau système en place et, par conséquent, assumer de nouveau tous les frais de démarrage, sinon la plupart. Il en résulte une hausse substantielle du prix de revient par kilomètre de circuit à chaque fois que l'on franchit le seuil de saturation de l'architecture d'un système. Pour un système de radiocommunications analogiques, le seuil de saturation se situe juste au-dessus de 13 000 voies téléphoniques, c'est-à-dire 11 transmetteurs radioélectriques portant chacun 1 200 voies téléphoniques.

Dans certains cas, les systèmes supplémentaires installés parallèlement à une voie existante peuvent partager la même servitude. Dans les systèmes de radiocommunications, cela est rendu possible par l'emploi de bandes de fréquences différentes sur chacun des deux systèmes. Dans un tel cas, de

multiples systèmes de radiocommunications peuvent même partager une partie de l'infrastructure de soutien des stations de répéteurs. Toutefois, avec les systèmes de transmission par fibres optiques, la capacité d'un seul système est tellement considérable qu'il semble raisonnable, pour des raisons de sécurité, de limiter à un seul le nombre des systèmes utilisant une servitude donnée.

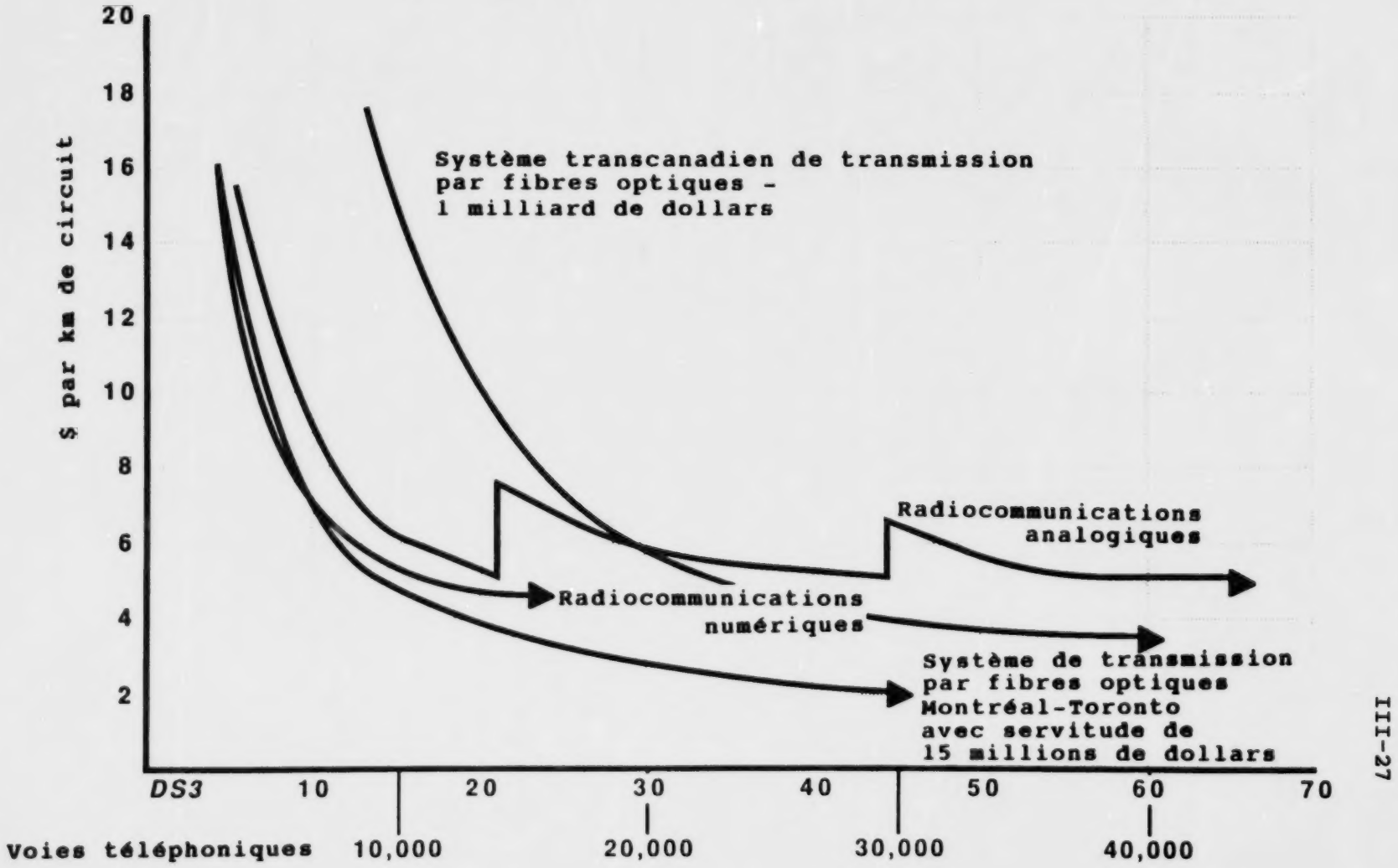
La figure 2 illustre plusieurs courbes qui décrivent le coût par kilomètre de circuit en rapport avec le nombre de circuits installés dans plusieurs situations différentes. Toutes les données sont approximatives et nous ne connaissons pas en détails toutes les hypothèses de départ qui ont permis de tracer ces courbes.

La courbe intitulée "Radiocommunications analogiques" indique clairement les seuils de saturation de chacun des systèmes de radiocommunications analogiques. Signalons que la valeur asymptotique de cette courbe ne chute jamais au-dessous de l'asymptote atteinte pour le premier système installé. L'hypothèse fondamentale sur laquelle cette courbe repose est que les systèmes de radiocommunications subséquents ne partagent pas la servitude ou les infrastructures du premier système. Si tel était le cas, on pourrait réaliser de plus grandes économies d'échelle. Le niveau des économies d'échelle dans le cas présent dépend totalement des configurations des équipements de transmission. Les prix de revient sont en dollars du début des années 1960.

FIGURE 2

COMPARAISON DU COÛT UNITAIRE DES IMMOBILISATIONS

ENTRE TROIS TECHNIQUES DE TRANSMISSION INTERURBAINE



La courbe relative aux radiocommunications numériques se rapporte à des dollars du milieu des années 1980. Nous avons interrompu cette courbe au niveau du seuil de saturation du premier système. Si nous l'avions prolongée vers des capacités plus considérables, elle afficherait la même forme caractéristique que la courbe des radiocommunications analogiques.

La courbe du réseau de transmission par fibres optiques Montréal-Toronto est en dollars de 1987 et repose sur l'hypothèse que la servitude vaut 15 millions de dollars.Si on la prolongeait, l'extrémité inférieure de cette courbe chuterait lentement jusqu'au seuil de saturation du câble. Dans un système de transmission par fibres optiques, il existe effectivement des sous-systèmes de transmission construits autour de chacune des paires de fibres de verre (une fibre pour chacune des directions de la transmission). Chacun de ces sous-systèmes se caractérise par un prix de revient très faible étant donné qu'il résulte du partage du coût des infrastructures de la servitude, du câble et de son installation. Si on la développait, cette courbe de prix de revient afficherait les mêmes caractéristiques que celle se rapportant aux radiocommunications analogiques. Des divergences apparaîtraient au-delà du seuil de saturation de chacune des paires de fibres, mais de telles divergences seraient minimes avec cette technique moderne.

La dernière courbe de la figure 2 résulte entièrement d'une inférence mathématique. Le

chiffre rond de 1 milliard de dollars est souvent mentionné comme étant le prix de revient approximatif de la construction et de l'enfouissement d'une voie transcanadienne de transmission par câble optique. Cet estimé représente probablement la limite supérieure de la fourchette des coûts réels et la courbe correspondante est illustrée aux seules fins d'établir des comparaisons.

Ces courbes démontrent deux points importants. Premièrement, elles font la preuve que toute portion d'un réseau de transmission qui requiert plus d'environ 10 000 voies téléphoniques coûte moins cher aujourd'hui avec un système de transmission par fibres optiques que n'aurait jadis coûté n'importe lequel des systèmes plus anciens. Cet énoncé repose sur l'hypothèse que le terrain à parcourir permet de poser un câble relativement facilement, comme c'est le cas entre Montréal et Toronto. En outre, la transmission par fibres optiques faitpreuve d'une capacité virtuellement illimitée, accompagnée d'une chute rapide du prix de revient par kilomètre de circuit, alors que pour la même capacité d'acheminement, les techniques plus anciennes atteignent presque leur valeur asymptotique inférieure.

Pour bien situer ces chiffres dans le contexte canadien, mentionnons que Bell Canada exploite un peu moins de 60 000 circuits téléphoniques et dix canaux vidéo dans l'artère Montréal-Toronto. Le tronçon Toronto-Windsor de son réseau compte environ 30 000 circuits téléphoniques et deux canaux vidéo.

Le tronçon Toronto-Peterborough se compose d'environ 2 000 circuits téléphoniques. Il est donc manifeste que la majorité des artères au Canada se situent bien en-deça de la capacité d'un seul système de radiocommunications. Ces voies sont en général desservies par des systèmes multiplex T1 (signaux numériques acheminés par un câble composé de paires torsadées de fils de cuivre) ou encore, depuis peu, par des systèmes de transmission par fibres optiques qui partagent une servitude avec des systèmes de transmission par câbles plus anciens.

Deuxièmement, même si l'on retient l'hypothèse qui chiffre la limite supérieure du coût de construction d'un réseau transcanadien de transmission par fibres optiques à 1 milliard de dollars, cette solution s'avère rentable aujourd'hui, alors que nous sommes encore loin du seuil de saturation d'un second système de radiocommunications, et elle présente l'avantage évident d'être dotée d'une capacité virtuellement illimitée en regard du contexte actuel.

Le tableau I indique le prix de revient approximatif des équipements d'une artère Montréal-Toronto en fibres optiques. Il indique ce prix de revient à 2 000 et à 12 000 circuits téléphoniques. On constatera facilement l'incidence primordiale des coûts du câble lui-même et de son enfouissement. Les économies d'échelle différentielles sont énormes. Le coût des équipements pour 2 000 voies téléphoniques atteint 13 millions de dollars. Le tableau I démontre qu'on peut installer 10 000 circuits supplémentaires pour seulement 1,1 million

TABLEAU I

Artère Montréal-Toronto en fibres optiques
Prix de revient approximatif des équipements

	2 000 circuits téléphoniques		12 000 circuits téléphoniques	
	Coûts en millions	% du total	Coûts en millions	% du total
Câble	6,0	46	6,0	43
Enfouissement	6,0	46	6,0	43
Répéteurs	0,6	5	1,2	9
Équipements d'extrémité	0,4	3	0,9	5
Totaux	13,0	100 %	14,1	100 %

de dollars de plus, c'est-à-dire 0,18 $ par kilomètre de circuit.

Le tableau II illustre les mêmes données que le tableau I, mais en incluant le coût approximatif de la servitude. Le modèle est tout à fait semblable, sauf que la servitude devient le facteur principal du prix de revient.

Il est très difficile d'inclure le coût de l'autocommutateur interurbain dans ce tableau. Aucune exigence technique ne requiert que toutes les liaisons Toronto-Montréal aboutissent au même commutateur. Or, le coût desé quipements d'extrémité d'un commutateur dépend fortement du nombre d'autres circuits téléphoniques raccordés sur ce dernier. Autrement dit, les coûts de commutation sont déterminés par la taille globale du commutateur et non par les tailles individuelles ou le nombre des liaisons raccordées à ce commutateur. Toutefois, il est évident qu'en raccordant des liaisons par fibres optiques à des commutateurs numériques, le coût marginal associé à l'adjonction d'un circuit au réseau dépend davantage des coûts de commutation que des coûts de transmission. Dans les exemples cités, le coût marginal des équipements de transmission sur l'artère Montréal-Toronto serait d'un peu plus de 100 $, alors que le coût des équipements d'extrémité requis pour raccorder ce circuit à un commutateur serait d'au moins 350 $. Sur un petit commutateur, l'équipement d'extrémité pourrait coûter jusqu'à 3 000 $.

TABLEAU II

Artère Montréal-Toronto en fibres optiques
Prix de revient approximatif

	2 000 circuits téléphoniques		12 000 circuits téléphoniques	
	Coûts en millions	% du total	Coûts en millions	% du total
Servitude	15,0	54	15,0	52
Câble	6,0	21	6,0	21
Enfouissement	6,0	21	6,0	21
Répéteurs	0,6	1,2	2	3
Equipements d'extrémité	0,4	0,9	2	3
Totaux	28,0	100%	29,1	100%

Les équipements de commutation et, de plus en plus, les commandes des systèmes de transmission, font appel à des systèmes complexes de logiciels. Le coût de la mise au point de nouvelles caractéristiques et l'intégration de ces dernières dans les progiciels existants est extrêmement élevé. Il s'agit toutefois d'un coût assumé une seule fois par le réalisateur du logiciel - un coûtou non à auquel il doit de toutes façons faire face, qu'il arrivevendre une copie de son logiciel. Le coût marginal associé à la reproduction d'un logiciel et au chargement de ce dernier dans un commutateur ou un autre dispositif commandé par logiciel est minime. Pour cette raison, l'établissement du prix de vente des logiciels est une question qui dépend entièrement de la conjoncture au plan commercial, les coûts de la reproduction récurrente de copies n'ayant pas une influence déterminante sur ce prix, comme ils en ont une en ce qui concerne le prix de revient des équipements informatiques.É videmment, le coût des logiciels doit faire l'objet d'une répartition sur l'ensemble des circuits en service et par conséquent, ils sont fortement susceptibles de donner lieu à des économies d'échelle. Le prix de revient des logiciels demeure cependant assez imprévisible.

3. Fonctions prix de revient de l'exploitation

Les charges d'exploitation de l'interurbain se composent de l'amortissement, de la maintenance, des réparations et des frais généraux incidents. La commutation et la transmission contribuent toutes les deux aux coûts inscrits à ces quatre postes.

Le coût des immobilisations par kilomètre de circuit (voir la figure 2) au titre des équipements de transmission étant similaire dans le cas des systèmes de radiocommunications analogiques, de radiocommunications numériques et de transmission par fibres optiques de taille réduite, il s'ensuit que l'amortissement est également similaire dans ces cas. Ainsi, les progrès de la technologie ont eu peu d'impact sur ces coûts lorsqu'il s'agit de systèmes de taille réduite. Dans les systèmes de grande envergure, le coût des immobilisations par kilomètre de circuit des systèmes de transmission par fibres optiques s'avère sensiblement moins élevé que celui des systèmes de radiocommunications. En conséquence, dans un système de grande envergure, l'amortissement se trouve réduit en proportion. Étant donné que l'amortissement, dans l'hypothèse d'une répartition de l'assiette de l'amortissement sur une période de vingt ans, pourrait correspondre à environ la moitié des charges d'exploitation, nous constatons que les progrès de la technologie ont eu pour effet de réduire sensiblement le coût de systèmes de grande envergure mais ont peu amélioré la situation dans le cas des systèmes de taille réduite. L'évolution de la technologie a donc permis d'accroître lesé conomies d'échelle au plan de l'exploitation.

Dans l'hypothèse d'un plan d'amortissement de vingt ans, les frais annuels cumulés de maintenance et de réparation pourraient représenter entre le tiers et la moitié de l'amortissement annuel, selon la configuration des techniques de transmission employées pour une artère donnée. En dollars

absolus, les coûts de maintenance et de réparation ont décliné d'un coefficient de l'ordre de deux ou trois à mesure que la technique de la commutation progressait du système analogique vers le système numérique et que la technique des transmissions passait des radiocommunications à la transmission par fibres optiques. Cette chute des coûts n'a pas d'incidence sur les économies d'échelle; elle a simplement pour résultat de réduire les charges d'exploitation, par rapport à la concurrence, au bénéfice de la société qui utilise une plus grande proportion d'équipements modernes.

Certains coûts de maintenance et de réparation sont directement attribuables à des artères précises, alors que d'autres sont communs à plusieurs artères. Calculés sommairement, les coûts exprimés en dollars absolus sont proportionnels à ceux des immobilisations. Dans l'hypothèse où il existe plusieurs fournisseurs du service interurbain, la somme de leurs immobilisations, si chacun possède son propre équipement de commutation et de transmission, sera sensiblement plus élevée que le montant des immobilisations requis lorsqu'un seul fournisseur dessert l'ensemble du marché. Pourquoi? Parce que tous les fournisseurs se voient forcés d'exploiter des systèmes de taille réduite et que ces derniers nécessitent des investissements plus considérables par kilomètre de circuit (voir la figure 2). Ainsi, la courbe des charges d'exploitation suit une pente au moins proportionnelle au total des immobilisations (en fait, elle s'élève probablement selon une pente plus prononcée que celle d'une proportion directe en

raison des frais généraux). Ces charges supplémentaires constituent la mesure de la redondance occasionnée par un changement en faveur de plusieurs prestataires de service.

L'existence de plusieurs fournisseurs peut compliquer la localisation de défaillances parce qu'elle exige la participation d'employés de plus d'une société et la coordination de leurs efforts. Au cours de la dernière décennie, les progrès techniques et la normalisation très avancée des équipements automatiques de localisation de défaillances ont quelque peu allégé ce problème. Dans la mesure où les fournisseurs acceptent de collaborer à cette normalisation, les coûts intersociétés de localisation de défaillances sont peu importants. La complication qui subsiste réside dans la coordination des calendriers des services de réparations des sociétés entre elles, lorsqu'un client d'une société est desservi en partie par les équipements d'une autre. Cette situation ralentit le service et occasionne une détérioration du service à la clientèle, mais cela n'ajoute rien aux charges d'exploitation.

Telecom Canada a fait la preuve que des entreprises de télécommunications qui collaborent peuvent planifier des réseaux avec efficacité. Il est difficile de prévoir le coût d'un refus des entreprises de télécommunications rivales de collaborer dans ces domaines. Le niveau de dotation en personnel de planification devrait alors de toute évidence être plus élevé que celui nécessaire pour une seule entreprise de télécommunications, mais

l'impact de cette situation sur les coûts directs serait négligeable. Le même raisonnement s'applique aux autres fonctions de coordination éventuellement requises entre des entreprises de télécommunications rivales.

D. ÉCONOMIES D'ÉCHELLE

On observe des économies d'échelle considérables en rapport avec le coût desé quipements de commutation et de transmission du réseau interurbain. Étant donné que les économies d'échelle, sommairement calculées, s'épuisent lorsque l'on atteint le seuil de saturation d'un premier système construit en fonction d'une technique donnée, il s'ensuit qu'elles augmentent à mesure que la technologie repousse ce seuil de saturation. Le fait que les systèmes de transmission les plus récents affichent un seuil de saturation beaucoup plus élevé que les systèmes plus anciens signifie que l'évolution de la technologie a permis de réaliser de plus grandes économies d'échelle.

Si des entreprises rivales se partageaient un trafic s'élevant à 60 000 voies téléphoniques sur l'artère Montréal-Toronto au moyen de systèmes de radiocommunications, n'importe laquelle de ces entreprises desservant plus d'environ 10 000 circuits téléphoniques jouirait d'un prix de revient concurrentiel au plan des immobilisations par kilomètre de circuit (voir figure 2). Toutefois, maintenant que cette artère est desservie à la fois par fibres optiques et par radiocommunications, toute entreprise concurrente dont le trafic serait sensiblement inférieur à celui de l'entreprise prédominante serait considérablement

désavantagée au plan concurrentiel. L'importance de ce désavantage dépend en grande partie du volume, en chiffres absolus, du trafic traité par le concurrent qui détient la plus grande part du marché.

La même argumentation s'applique aux équipements de commutation interurbaine, bien que l'avantage ne soit pas aussi facilement établi dans ce cas. Le seuil de saturation d'un commutateur électromécanique avoisinait les 4 000 circuits téléphoniques. On pouvait augmenter la capacité en installant des commutateurs supplémentaires dans un centre de commutation donné (et ainsi devoir assumer une nouvelle fois le plein montant des frais de démarrage). La similitude des coûts de transmission par équipement d'extrémité se maintient jusque-là. Toutefois, selon la configuration du réseau, la communication et l'intercommutation avec le premier commutateur utilisent une partie plus ou moins grande de la capacité du second commutateur. Le gain net en termes de nombre d'extrémités de circuits de transmission pris en charge par l'ensemble des deux commutateurs est inférieur à celui obtenu en doublant la capacité - et avec certaines configurations, nettement inférieur. En conséquence, selon les configurations utilisées, le coût asymptotique par extrémité dans les centres de commutation à commutateurs multiples diminue lentement, ou encore il augmente à mesure que le nombre des extrémités s'accroît. Avec l'apparition d'équipements de commutation numérique de très grande capacité, le seuil de la capacité à partir duquel le planificateur de réseau doit affronter ce dilemme se déplace sensiblement vers un plus grand nombre d'extrémités. Ainsi, on constate de nouveau que l'évolution de la technologie permet de réaliser des économies d'échelle accrues en repoussant

le seuil de saturation de la capacité quant au nombre de circuits qu'une seule installation peut traiter.

E. ÉCONOMIES DE DIVERSIFICATION

Des services téléphoniques spécifiques, tels le renvoi automatique et la mise en attente des appels, représentent des exemples des nouveaux services disponibles. Ces nouvelles techniques ont conduit à une extension des services offerts sur les réseaux de télécommunications. Ainsi, les coûts de production se répartissent sur un plus grand nombre de services, ce qui constitue un indice de l'existence d'économies de diversification importantes.

La commande par logiciel des commutateurs principaux de ligne et des commutateurs "lents" offre de nouvelles possibilités au plan de la commercialisation et de la protection des réseaux. Dans un avenir rapproché, les entreprises de télécommunications bien équipées pourront, sur simple accord commercial et sans remaniement important des installations, modifier la capacité de transmission et les services offerts en option. En utilisant la technologie numérique à la fois pour la commutation et pour la transmission, on peut facilement combiner des signaux téléphoniques et des données. L'existence de circuits matériellement distincts n'étant plus nécessaire, on réalisera d'importantes économies de diversification. Avec l'apparition prévue d'un commutateur par paquets "à haute vitesse" au cours de la prochaine décennie, les économies de diversification deviendront encore plus considérables, étant donné qu'un seul de ces commutateurs sera capable de fournir une gam-

me beaucoup plus vaste de largeurs de bandes qu'il n'est possible de le faire à l'heure actuelle.

Des options encore au stade du dévelopement, tel le RNIS, offriront la possibilité de fournir une gamme complètement nouvelle de services dont il est impossible de prévoir maintenant toute la portée. Leur apparition aura tendance à accroître lesé conomies de diversification existantes.

F. CONCLUSIONS

Il apparaît clairement que les techniques de commutation et de transmission sont toutes deux créatrices d'économies d'échelle et de diversification considérables et que l'évolution récente de la technologie a accru davantage ces économies. Calculées sommairement, les économies d'échelle d'un système de transmission s'épuisent lorsque le premier système construit selon une technique donnée atteint son seuil de saturation. L'installation de systèmes identiques sur la même artère ne permet pas d'obtenir d'économies d'échelle supplémentaires. Avec l'apparition des systèmes de transmission par fibres optiques, il devient posssible pour la première fois d'installer un système de transmission à un coût qui s'avère concurrentiel par rapport aux autres techniques à compter d'un niveau moyen, mais pour lequel il n'existe aucun seuil de saturation à court terme au plan de la capacité. Pour la première fois, la technologie offre la possibilité de réaliser des économies d'échelle virtuellement illimitées dans le domaine de l'interurbain.

Les systèmes de transmission par fibres optiques ont une capacité qui dépasse presque l'entendement. La commutation numérique se caractérise par une grande capacité et la possibilité d'offrir des options combinant de nouvelles fonctions logiques avec une plus grande souplesse au plan de l'utilisation de la largeur de bande. Les technologies de la commutation et de la transmission se caractérisent toutes les deux par des coûts marginaux extrêmement bas et un coût d'acquisition proche, en dollars absolus, de celui des technologies plus anciennes.

Dans le cas de la transmission par fibres optiques, si la capacité ne constitue pas un problème, la sécurité du réseau en est un. Les artères à haute capacité d'importance primordiale ne peuvent dépendre de la continuité d'un seul système de transmission; en conséquence, il est absolument nécessaire de répartir les voies d'acheminement. Le coût de la répartition des voies d'acheminement est élevé et, à court terme, il constituera assurément un obstacle à la réalisation intégrale, dans le réseau, des économies d'échelle qui auraient pu être obtenues si le réseau ne devait pas satisfaire à des critères de continuité.

L'optimisation de la continuité d'un réseau suppose une répartition à peu près équivalente de la capacité entre divers emplacements et diverses voies d'acheminement. Dans ces conditions, des sociétés distinctes pourraient fournir les diverses voies d'acheminement requises, mais il faudrait réglementer le partage de la charge, autrement les économies d'échelle très considérables rendues possibles par les nouvelles techniques joueraient sensiblement en faveur du fournisseur prédominant. À

court terme, les besoins en matière de sécurité sont raisonnablement satisfaits, étant donné que les voies d'acheminement par radiocommunications sont parallèles aux voies de transmission par fibres optiques, chacune de ces technologies fournissant à l'autre la redondance qu'elle requiert au plan de la sécurité.

RENVOIS

1. Vickers, R. et T. Vilmansen. The Evolution of Telecommunications Technology. IEEE Communications Magazine, juillet 1987, vol. 25, n° 7.

2. Judice, C.N. et D. LeGlc. Telematic Services and Terminals: Are We Ready? IEEE Communications Magazine, juillet 1987, vol. 25, n° 7.

3. Gaggioni, H. P. The Evolution of Video Technologies. IEEE Communications Magazine, novembre 1987, vol. 25, n° 11.

4. Broadband Communication and its Realization with Broadband ISDN. IEEE Communications Magazine, novembre 1987, vol. 25, no 11.

5. Welter, T. R. Fiber Optics vs. Satellites. Industry Week, 23 février 1987.

6. Liloia, P. Satellite Communications. Communications News, mars 1987.

7. Ungerboeck, G. Trellis - Coded Modulation with Redundant Signal Sets. Part II: State of the Art. IEEE Communications Magazine, février 1987, vol. 25, n° 2.

8. Seetzen, J. Broad-Band Communications - Economic and Social Implications. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. SAC-4, n° 4, juillet 1986.

SECTION IV :

RÉSULTATS PROBANTS - MÉTHODE DE L'ANALYSE FINANCIÈRE

LE 10 MARS 1988

A. INTRODUCTION

Dans l'univers terre à terre des sociétés du secteur privé, le test de validité de toute activité se résume à une simple question : "Cette activité permet-elle d'obtenir un taux de rendement soutenu et concurrentiel?".

Les projections financières, les études de faisabilité, les estimations des études d'ingénierie et les analyses économétriques doivent se soumettre au test de validité que constitue le bénéfice net. On n'assure pas la pérennité d'une activité économique en prenant ses désirs pour des réalités ou en n'effectuant que des analyses partielles. Il faut donc se poser la question en ce qui concerne les télécommunications interurbaines : "Si elles représentent une si bonne affaire, pourquoi un grand nombre de sociétés actives dans ce domaine ne font-elles pas de profit?".

En adaptant la question ci-dessus à l'objet de la présente étude, la question principale devient :

"Si les économies d'échelle n'existent pas dans le domaine de l'interurbain, pourquoi les grandes entreprises de télécommunications (Bell, AT&T) exploitent-elles une vraie mine d'or, alors que les petites (CNCP, MCI, US Sprint et Western Union) subissent des pertes ou n'obtiennent que de très faibles taux de rendement?"

L'objectif de la présente analyse consiste à démontrer que les écarts entre les rendements financiers des six principales entreprises de télécommunications interurbaines en Amérique du Nord confirment l'existence

d'économies d'échelle et de diversification considérables en matière de service interurbain, et que ces écarts en constituent le résultat direct.
Les sections qui suivent présenteront successivement :

* la méthode employée afin d'assurer l'intégrité et la compatibilité des données financières entre elles aux fins de comparaison;

* les données financières se rapportant à chacune des principales entreprises de télécommunications, avec les rajustements spécifiques effectués pour chacune des sociétés; et

* le résultat de l'analyse comparative.

B. MÉTHODE EMPLOYÉE AFIN DE RAJUSTER LES DONNÉES FINANCIÈRES

L'analyse portera sur les données financières dévoilées par les six principales entreprises de télécommunications d'Amérique du Nord. Ces données proviennent des rapports annuels (y compris les renvois), des documents déposés auprès de la Securities and Exchange Commission ou du CRTC, et d'autres documents publiés par les sociétés.

Afin de s'assurer que toutes ces données soient comparables, l'analyse s'est penchée sur les questions suivantes :

1. Activités exclusivement reliées aux télécommunications interurbaines

Les deux principales entreprises de télécommunications observées poursuivent d'importantes activités

en dehors du domaine de l'interurbain. Par l'intermédiaire de ses sociétés membres, Telecom Canada possède, entre autres, des entreprises de service téléphonique local, tandis qu'AT&T est propriétaire d'importantes entreprises engagées dans la fabrication ou dans d'autres activités. Dans la mesure du possible, nous devons exclure toutes les recettes, toutes les charges et tous les profits afférents à ces activités étrangères à notre propos.

Deux autres sociétés, MCI et U.S. Sprint, concentrent toutes leurs activités dans le domaine de l'interurbain et il ne sera pas nécessaire d'effectuer de rajustement dans leur cas; en outre, la plupart de leurs recettes proviennent de la transmission téléphonique.

Enfin, CNCP et Western Union oeuvrent presque exclusivement dans le domaine de l'interurbain; ces sociétés diffèrent toutefois des quatre autres dans la mesure où elles ne tirent aucun revenu du service téléphonique interurbain. CNCP détient un monopole "réel" sur le service Télex dont, estime-t-on, tous ses profits proviennent.

En résumé, on excluera les activités étrangères au domaine des télécommunications interurbaines dans le cas de deux principales sociétés afin de s'assurer de n'analyser que les données relatives à l'interurbain.

2. Critères de comparaison aux plans de la géographie et de la répartition des populations

Les entreprises de télécommunications américaines offrent toutes les quatre leurs services partout aux États-Unis et les deux sociétés canadiennes en font autant dans toutes les principales villes du Canada. Toutefois, la population américaine représente environ dix fois celle du Canada et ce, dans un territoire de taille comparable. Il n'est pas nécessaire d'effectuer de rajustement en fonction des niveaux de peuplement : cela nous permettra d'observer l'incidence de la taille du marché sur la matérialisation d'économies d'échelle.

La majeure partie du territoire américain est habitée, alors que plus de 80 p. 100 de la population canadienne vit à moins de 100 milles de la frontière américaine. Étant donné le modèle de la répartition de sa population, le Canada requiert une grille interurbaine moins complexe que celle des États-Unis : les circuits interurbains n'ont qu'à longer le territoire, parallèlement à la frontière américaine. Les réseaux américains doivent au contraire tous parcourir un vaste territoire. Les artères Est-Ouest suivent un parcours septentrional (Boston - Chicago - Seattle), un parcours central (Washington - Chicago) et un parcours méridional (Miami -Dallas - San Francisco). Les itinéraires Nord-Sud longent la côte du Pacifique, la côte Atlantique et traversent le Mid-West (Chicago - Dallas). Ainsi, pour un volume donné d'appels, la part des coûts américains attribuable à la dispersion géographique devrait être plus élevée que

celle que l'on observe au Canada. La configuration des prix de revient totaux reflétera les différences de dispersion au plan géographique, de même que d'autres coûts : il n'est donc pas nécessaire d'effectuer de rajustement.

3. Pondération en fonction des frais d'accès aux réseaux locaux

Au cours des dernières années, les Américains ont appliqué le concept des "frais d'accès aux réseaux locaux"; il s'agit de frais payés aux compagnies de téléphone locales pour l'utilisation de leurs réseaux. Au Canada, une telle distinction entre les réseaux n'existe pas. Afin de nous assurer de traiter de façon cohérente toutes les entreprises de télécommunications, nous ajouterons tous ces "frais d'accès aux réseaux locaux" aux recettes et aux charges d'exploitation des entreprises de télécom-munications. (Cela ne change rien au plan des bénéfices nets, mais autrement, la taille apparente des entreprises de télécommunications serait biaisée.) L'alternative consiste à éliminer complètement les frais d'accès payés par les sociétés américaines, ce que nous avons également fait.

4. Rajustements au titre des radiations importantes, des frais non périodiques et d'autres éléments extraordinaires

La déréglementation progressive et l'émergence de la concurrenceont forcé toutes les entreprises américaines de télécommunications à réévaluer la

valeur productive réelle de leurs actifs, le niveau de leurs charges d'exploitation et leurs façons de comptabiliser un grand nombre de frais reportés et de dépenses immobilisées. Les radiations importantes effectuées par AT&T se rapportaient à ses activités manufacturières, alors que celles des trois autres concernaient le service interurbain. Comme on le verra plus loin, ces radiations ont été considérables pour chacune des sociétés. Quand elles se rapportent au service interurbain, nous les répartirons sur plusieurs années afin d'obtenir une image plus juste de la rentabilité des sociétés au cours des années apparemment "bonnes". Autrement dit, si des données comptables peuvent fausser la réalité à certains égards et pour une période de courte durée, elles ne peuvent pas toujours fausser la réalité sur tous les plans.

Au Canada, ni les sociétés membres de Telecom Canada, ni CNCP n'ont effectué de radiations importantes. Nous n'effectuerons donc aucun rajustement en ce qui concerne les sociétés canadiennes de télécommunications, et laisserons le soin au lecteur de décider par lui-même si l'absence de radiation d'actifs au CNCP (ou même à Télésat) constitue un reflet de la réalité ou un refus de l'affronter.

5. Les devises locales et les taux de change

Il n'y a pas d'échange au plan du service téléphonique entre le Canada et les États-Unis : un Canadien qui appelle de Montréal à Vancouver ne peut choisir de passer par le réseau américain et ainsi

économiser la moitié du tarif. Les organismes de réglementation et les entreprises de télécommunications s'assurent que nul ne puisse offrir une voie de contournement du réseau canadien.

De plus, presque toutes les immobilisations et la totalité des charges d'exploitation sur lesquelles reposent les décisions internes des sociétés au plané conomique sont évaluées en devises locales. En conséquence, les fluctuations du taux de change ne devraient pas biaiser une évaluation des économies d'échelle obtenue par la comparaison des rendements des sociétés dans les deux pays. (Les deux devises s'échangeaient au pair il y a dix ans, puis se sont mises à évoluer progressivement jusqu'au stade où il existe maintenant entre elles un écart considérable, et le taux de change continue de fluctuer à tous les mois.)

Nous estimons que la monnaie locale reflète avec précision les conditions prévalant dans chacun des pays, mais dans le but d'illustrer l'importance réelle des économies d'échelle, nous utiliserons à la fois des données exprimées en devises locales et pondérées en fonction du taux de change. La réalité se situe probablement quelque part entre ces deux extrêmes.

6. <u>Différences dans les structures tarifaires entre les pays et les sociétés</u>

Au plan des recettes, on constate que le niveau des prix est sensiblement plusé levé au Canada qu'aux États-Unis. En devises locales, le ratio est

d'environ 3 : 1 dans le cas d'un appel transcontinental transmis par un réseau public. Dans chacun des deux pays, la "nouvelle concurrence" affiche des prix habituellement de 5 à 10 p. 100 inférieurs à ceux de l'entreprise de télécommunications prédominante, ce qui représente son principal argument aux fins de recruter et de conserver une clientèle. Enfin, chacune des entreprises de télécom-munications affiche habituellement une structure tarifaire complexe, établie en fonction du type de service, de l'heure et du volume de l'utilisation, et d'autres facteurs. Afin de permettre de comparer adéquatement entre elles toutes ces structures tarifaires, il faut effectuer de judicieuses simplifications.

En guise de service repère, nous utiliserons un appel transcontinental transmis par le réseau public durant les heures de bureau (même dans le cas des réseaux de CNCP et de Western Union, qui n'offrent pas un tel service). Pour tous les réseaux faisant partie de la "nouvelle concurrence", nous tiendrons compte d'un taux de remise. L'analyse portera à la fois sur le prix du service de base et le tarif interurbain.

7. <u>Coûts spécifiques à des sociétés : le goût du luxe, les avantages accessoires et les salaires</u>

Comme dans toute autre entreprise, les gestionnaires des entreprises de télécommunications disposent d'un certain pouvoir discrétionnaire en matière de coûts. On trouve dans le commerce diverses qualités d'équipements et une foule d'accessoires en option :

il s'avère donc toujours possible de prendre le parti du luxe lorsque vient le temps de choisir des locaux, des équipements de transmission ou des camions pour les services de maintenance. Le niveau de dotation en personnel et la structure des salaires peuvent également évoluer à l'intérieur d'une gamme relativement vaste.

Un rajustement des données en fonction de ces facteurs dépasse la portée de la présente étude. Mais, en général, les entreprises les plus solides au plan financier font un peu moins attention au niveau de leurs charges, alors que les sociétés plus faibles ont tendance à resserrer leurs dépenses, même lorsqu'il s'agit d'éléments essentiels à l'exploitation. Le fait de ne pas pondérer les données en fonction de ces facteurs aura donc pour effet de réduire la taille des économies d'échelle mesurées. Par ailleurs, cet impact devrait vraisemblablement s'avérer minime.

8. Immobilisations initiales et frais de démarrage

Toutes les entreprises de télécommunications ont installé d'importants systèmes de transmission par fibres optiques au cours des dernières années. La coutume consiste habituellement à capitaliser tous les coûts afférents durant la période de construction, y compris les matériaux, le coût de la main-d'oeuvre et les frais d'intérêt; en conséquence, il se peut qu'au cours de cette période, les prévisions relatives aux profits soient trop optimistes. Lorsque les installations sont réputées être mises en service, on commence à les

amortir selon un plan d'amortissement établi en fonction de leur durée de vie utile. Cette situation ne requiert aucun rajustement, étant donné qu'elle se présente de la même façon pour toutes les entreprises de télécommunications.

Les entreprises de télécommunications de faible envergure sont défavorisées en ce qui concerne les économies d'échelle relatives aux frais de démarrage accessoires, y compris la publicité, les méthodes de facturation, et d'autresé léments similaires. Cette situation ne requiert aucun rajustement et le taux de rentabilité de chacune des entreprises de télécommunications reflète ces coûts.

9. Année(s) choisie(s) à des fins de comparaison

Au cours des dernières années, de profonds changements se sont produits aux États-Unis : démantèlement du Bell System, fusion de certains concurrents, installation graduelle de systèmes de transmission par fibres optiques et diminution importante des tarifs interurbains.

Il n'est pas pertinent d'établir des comparaisons avec les données financières des années 1970. Les données financières du début des années 1980 ne sont utiles que dans la mesure où elles permettent de voir les choses sous un jour différent et illustrer certaines tendances. À des fins de comparaison, les meilleures années sont aussi les plus récentes, soit 1986 et 1987. Les résultats financiers de 1986 sont tous disponibles mais ceux de 1987 ne le sont qu'en partie; l'utilisation des données partielles se

rapportant à 1987 ferait perdre de la précision, étant donné que certaines sociétés inscrivent habituellement les radiations les plus importantes de l'exercice dans les résultats du quatrième trimestre. Nos comparaisons porteront donc sur les données de 1986, mais tout en fournissant des données sur les années antérieures et, dans la mesure du possible, sur l'année 1987.

10. Le niveau technique

Cette analyse repose sur un échantillon représentatif des données se rapportant à plusieurs sociétés pour 1986. La technologie a relativement peu évolué au cours de cette année. Il existe certaines différences entre les techniques employées par les diverses sociétés (c'est-à-dire les radiocommunications, la transmission par fibres optiques, etc.). Toutefois, elles font toutes (à l'exception de Western Union) un emploi considérable des fibres optiques et cela constitue un facteur ayant des conséquences importantes sur le prix de revient de l'interurbain. En conséquence, on estime que les différences entre les sociétés au plan de l'utilisation des autres techniques n'auront qu'une incidence minime sur le prix de revient.

11. Autres domaines d'intérêt et questions à examiner

Nous pourrions invoquer l'existence de circonstances exceptionnelles ou spéciales pour justifier d'autres rajustements. Par exemple, dans une province ou un état en particulier, on trouvera des tarifs spéciaux qui s'écartent considérablement de la moyenne

nationale; ou encore, certaines sociétés peuvent offrir, pour une durée limitée, des escomptes promotionnels. Toutefois, à moins que ces circonstances spéciales ne correspondent à la majeure partie des activités d'une société, aucun rajustement n'est nécessaire dans le contexte d'une vue d'ensemble de la situation.

Le champ de cette analyse financière s'étend sur l'ensemble des activités des réseaux de télécommunications interurbaines et, en conséquence, les données ont été consolidées à ce niveau. L'analyse financière ne porte aucunement sur des artères précises. Pour une telle étude, la méthode de l'étude d'ingénierie donne des résultats beaucoup plus probants; l'alternative consisterait à mener une étude sur les activités de l'une des nombreuses petites sociétés américaines de télécom-munications spécialisées qui exploitent un nombre très limité d'artères.

12. Conclusion

Le tableau 1 résume les principales questions soulevées avant de commencer l'analyse financière, de même que les rajustements nécessaires afin d'assurer que les données soient comparables. Ainsi pondérées, nous croyons que les preuves rassemblées au moyen de notre analyse reflètent fidèlement les économies d'échelle qui existent dans le domaine des télécommunications interurbaines.

TABLEAU 1

RÉSUMÉ DES RAJUSTEMENTS REQUIS AFIN DE PERMETTRE DES COMPARAISONS ENTRE LES DONNÉES

	QUESTIONS SOULEVÉES AVANT L'ANALYSE	RAJUSTEMENTS
1.	Activités se rapportant exclusivement au service interurbain	Extraction des données se rapportant à ces activités dans les cas de Bell Canada et d'AT&T. Les quatre autres sociétés oeuvrent exclusivement dans ce domaine.
2.	Caractère comparable des territoires desservis et dispersion de la population.	Deux courbes distinctes ont été tracées pour les États-Unis et le Canada.
3.	Cohérence en regard des frais d'accès aux réseaux locaux.	Les frais d'accès aux réseaux locaux seront intégrés.
4.	Rajustements en fonction des radiations importantes	Réparties sur plusieurs années dans le cas des sociétés américaines.
5.	Devises : monnaie locale ou conversion en fonction des taux de change.	Préférence accordée à une approche fondée sur les devises locales. L'autre approche est également employée.
6.	Différences dans la structure des tarifs.	Utilisation d'un service repère. Escompte calculé d'office sur les tarifs de la "nouvelle concurrence".
7.	Coûts spécifiques à des sociétés : goût de luxe, etc.	Aucun rajustement. En conséquence, les économies d'échelle seront sous-évaluées.
8.	Immobilisations initiales et frais de démarrage.	Aucun rajustement n'est requis.
9.	Année (s) utilisée (s) à des fins de comparaison.	L'année témoin est 1986. Des données relatives aux années antérieures et à une partie de 1987 sont également fournies.
10.	Niveau de la technique utilisée.	Toutes les sociétés (sauf Western Union) ont effectué des investissements considérables dans les systèmes de transmission par fibre optiques. Aucun rajustement n'est requis.

C. RENDEMENT FINANCIER DES ENTREPRISES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Cette section de la présente étude passe en revue chacune des six entreprises de télécommunications nord-américaines les plus importantes, dresse un tableau de leurs activités, signale les rajustements effectués conformément à la méthode exposée ci-dessus et rend compte de leur rendement financier.

1. AT&T

Tableau des activités

La société AT&T domine le marché des télécommunications interurbaines aux États-Unis. Selon ses propres communiqués de presse, cette société détient une part du marché des services interurbains se chiffrant à 64 p. 100; selon ses concurrents et plusieurs observateurs de l'industrie, la part de marché d'AT&T serait beaucoup plus élevée, c'est-à-dire environ 85 p. 100.

Depuis le démantèlement imposé par le gouvernement américain, AT&T ne possède plus de compagnies de téléphone locales. Par contre, elle possède encore d'importantes unités de fabrication d'équipements de télécommunications. AT&T a également dépensé des sommes considérables, jusqu'à maintenant sans succès, afin de devenir l'un des principaux intervenants dans le marché des ordinateurs d'affaires.

La société AT&T a annoncé qu'elle investirait plus de 8 milliards de dollars au cours des prochaines

années dans le but de développer son réseau interurbain. Avant la fin de 1988, le réseau de transmission par fibres optique d'AT&T sera porté à 24 000 milles.

Rajustements requis

Les activités de fabrication d'équipements d'AT&T et son incursion dans le domaine des ordinateurs ont occasionné de lourdes pertes en 1986, comme le démontre la radiation d'une somme dépassant les 3,2 milliards de dollars. La société n'avait pas admis ces pertes au cours des années antérieures et les observateurs estiment qu'elles se poursuivent en ce qui concerne les activités informatiques. Certains facteurs, tel le partage des équipes de vente entre les activités informatiques et les télécommunications, masquaient l'étendue des pertes non attribuables aux activités reliées à la transmission. Comme on peut le constater à la lecture des rapports annuels d'AT&T, les recettes de la société au chapitre des locations d'équipements ont chuté de moitié au cours des trois dernières années, cependant que les ventes d'équipement plafonnaient. Dans le meilleur des cas, ces activités font leurs frais; au pire, elles ont à nouveau occasionné de lourdes pertes en 1987 (Wall Street Journal, 12 novembre 1987).

Une hypothèse modérée consiste à présumer que le service interurbain constitue la source de tous les profits annoncés par AT&T, et qu'on ne doit pas lui imputer les pertes occasionnées par d'autres activités. Nous rajouterons donc aux bénéfices de

la société en 1986 les pertes extraordinaires attribuables à des activités non reliées aux transmissions interurbaines.

Enfin, AT&T déclare séparément les frais d'accès aux réseaux payés aux compagnies de téléphone locales. Afin de garantir l'homogénéité des données par rapport à la situation des autres entreprises de télécommunications, nous ajouterons ces frais à leurs recettes lorsque nous comparerons l'envergure des sociétés.

Rendement financier

AT&T a constamment fait preuve d'une bonne rentabilité (tableau 2). La société s'est également faite le porte-étendard en faveur de diminutions importantes des tarifs interurbains en réduisant les siens de 36 p. 100 depuis le démantèlement de 1984.

Rajusté pour tenir compte des impôts et exprimé en pourcentage des recettes provenant de l'interurbain, le bénéfice net de la société se chiffre à environ 9 p. 100, ce qui représente une marge appréciable.

Conclusion

Les activités d'AT&T dans le domaine du service interurbain s'avèrent très profitables. En 1986, l'interurbain a représenté une source de profits avant impôts de presque 3,4 milliards de dollars, frais d'intérêt compris. En 1987, si l'on effectue

Tableau 2

RÉSULTATS FINANCIERS D'AT&T

en million de $ US	*9 mois*				
	1987	*1986*	*1986*	*1985*	*1984*
Services interurbains	14 620	14 311	19 108	17 393	15 781
Frais d'accès	13 237	14 885	19 593	21 521	20 633
* Recettes totales provenant de l'interurbain	27 857	29 196	38 701	38 914	36 414
* Revenus de location	2 872	3 739	4 801	5 789	7 217
* Ventes de produits	7 504	7 508	10 178	11 235	10 189
* Bénéfice net avant impôts	2 471	2 499	121	2 546	1 952
+ Restructuration			2 157		
+ Frais de réduction de l'amortissement			332		
+ Frais de réduction de l'inventaire			761		
Apport probable de l'interurbain, avant impôts	2 471	2 499	3 371	2 546	1 952

une extrapolation à partir des résultats d'exploitation des neufs premiers mois de l'exercice, les profits devraient atteindre un niveau à peu près équivalent.

2. MCI

Tableau des activités

Avec une part du marché qui atteint environ 7 p. 100 (ou, selon la société elle-même, jusqu'à 11 p. 100), MCI est la rivale la plus importante d'AT&T. Cette société indépendante n'est active que dans le domaine du service interurbain : il s'agit donc d'une exploitation exclusivement dédiée à ce service. Au chapitre de sa stratégie concurrentielle, MCI se doit d'offrir des tarifs inférieurs à ceux d'AT&T : les escomptes consentis ont rétréci au fil des ans, se chiffrant à 8 ou 9 p. 100 en 1986 et un peu plus bas en 1987.

De 1984 à 1987, MCI a investi environ 1,1 milliard de dollars par année au titre des installations et des équipements.

Rajustements requis

En 1985 et 1986, MCI a reçu d'AT&T de sustantiels paiements en guise de règlement du litige anti-trust qui les opposait. Ces paiements doivent être soustraits des revenus déclarés si l'on veut évaluer la rentabilité découlant des activités propres de la société.

Au cours du quatrième trimestre de 1986, MCI a radié une somme de 584 millions de dollars se rapportant à une réduction de 15 p. 100 de son personnel et à divers abattements. Une partie de ces abattements résultaient de son acquisition de la société rivale SBS, jusque-là propriété d'IBM : par cette opération, MCI a acquis une importante clientèle.

Rendement financier

De 1981 à 1983, avant le démantèlement du Bell System et le rééquilibrage des tarifs, la rentabilité de MCI augmentait continuellement (tableau 3). À compter de 1984, les profits ont subi une baisse marquée et ce, pour deux raisons principales : premièrement, parce que les tarifs interurbains avaient diminué de 30 p. 100 en deux ans; et deuxièmement, parce que les frais d'accès aux réseaux locaux, calculés en fonction d'un pourcentage des recettes, sont passés de 24,5 p. 100 en 1984 à 34,4 p. 100 en 1985, et 45,5 p. 100 en 1986.

En raison de ces difficultés financières, ou du moins en partie, la valeur de l'action de MCI a chuté, passant en 1986 d'un sommet de 27 $ à 15 $, puis à moins de 7,50 $ à l'été 1987, et ce, durant une période au cours de laquelle le marché boursier dans son ensemble était en hausse, avant le krach d'octobre 1987. Depuis décembre 1987, le prix de l'action en bourse s'est stabilisé autour de 10 $.

Tableau 3

RÉSULTATS FINANCIERS DE MCI

en million de $ US	9 MOIS 1987	9 MOIS 1986	1986	1985	1984	1983	1982	1981
* Recettes	994	910	3 592	2 542	1 959	1 521	907	413
* Bénéfice net avant impôts	22	68	(463)	168	50	203	151	61
* Participation nette aux ententes anti-trust	2		39	207	-	-	-	-
* Bénéfice net avant impôts et participation aux ententes anti-trust	20	68	(502)	(39)	50	203	151	61

Conclusion

Depuis le démantèlement d'AT&T et le rééquilibrage des tarifs, la rentabilité de MCI s'est avérée plutôt mince, notamment en 1984 et 1985. En 1986, la société a inscrit d'importantes radiations aux résultats de l'exercice, la pluparté tant la conséquence de son acquisition de la société rivale SBS. En 1987, la société MCI est exploitée à un niveau de bénéfice proche du point mort, le profit avant impôts sur les ventes étant de moins de 1 p. 100, en comparaison de plus de 8 p. 100 pour AT&T.

En somme, la société semble être exploitée, au plan des bénéfices, à un niveau proche du point mort.

3. U.S. Sprint

Tableau des activités

La société U.S. Sprint résulte de la fusion, en 1986, des activités relatives au service interurbain de deux petites sociétés rivales, GTE et U.S. Telecom, cette dernière ayant elle-même absorbé auparavant les activités de Southern Pacific Communication Co dans le domaine du service interurbain. U.S. Sprint est une société de télécommunications oeuvrant exclusivement dans le domaine de l'interurbain.

On estime que la part du marché détenue par U.S. Sprint se chiffre entre 4 et 5 p.100. La société effectue des investissements considérables dans son nouveau réseau de transmission par fibres optiques : elle a déjà annoncé que les fibres optiques transmettraient 90 p. 100 de son trafic avant la fin de 1987. U.S. Sprint a également engagé de fortes sommes en vue d'attirer de nouveaux clients : ses recettes s'apprécient au rythme de 20 p. 100 par année, en comparaison de 10 p. 100 dans le cas de MCI.

Rajustements requis

Jusqu'au milieu de 1986, les deux sociétés antérieures à la formation de U.S. Sprint étaient exploitées séparément. Nous devons donc consolider leurs résultats financiers pour l'exercice 1986 afin d'obtenir un tableau complet de la situation.

Les deux sociétés participantes, GTE et U.S. Telecom, possèdent chacune la moitié des parts de la nouvelle société en participation. La structure du capital de U.S. Sprint ne comprend aucune dette à long terme, cette dernièreé tant plutôt imputée aux sociétés participantes. Un redressement des charges afin d'inclure certains frais comparables à ceux que doivent payer les concurrents autonomes au titre des intérêts sur emprunts, aurait pour effet de réduire le bénéfice net avant impôts d'une somme de 200 millions de dollars.

Rendement financier

Au total, GTE et U.S. Telecom ont essuyé des pertes de plus de 3 milliards de dollars, avant la prise en compte des frais d'intérêt et des impôts, au cours des exercices financiers 1985 et 1986 (tableau 4). Au cours des années antérieures, GTE avait déclaré un léger bénéfice, avant la prise en compte des frais d'intérêt et des impôts, et U.S. Telecom avait subi des pertes.

La société prévoyait subir une perte de 500 millions de dollars pour l'ensemble de l'exercice 1987, avant la prise en compte des frais d'intérêt et des impôts. Mais dès la fin du troisième trimestre, les pertes cumulées par U.S. Sprint au cours de l'exercice totalisaient déjà 869 millions de dollars (1 milliard de dollars, si l'on inclut une provision pour frais d'intérêt). Une partie des pertes déclarées par U.S. Sprint est attribuable à la radiation d'équipements désuets (260 millions de dollars), à des provisions pour des créances irré-

Tableau 4

RÉSULTATS FINANCIERS DE U.S. SPRINT

en millions de dollars U.S.	U.S. Sprint 9 mois 1987	U.S. Sprint 9 mois 1986	U.S. Sprint 2ième semestre 1986	U.S. Telecom ler semestre 1986	U.S. Telecom 1985	U.S. Telecom 1984	GTE ler semestre 1986	GTE 1985	GTE 1984	GTE 1983
* Recette de l'interurbain	n.a.	n.a.	1 141	212	342	222	778	1 345	1 245	578
* Bénéfice net d'exploitation	(519)	(187)					(107)	(245)	67	82
* Radiation d'actifs	(350)							-1 400		
* Frais de transition et autres charges reliées à des résiliation								-374		
* Bénéfice net provenant de l'interurbain	(869)	(187)	(357)	(111)	(493)	(122)	(107)	(2 019)	67	82

couvrables (76 millions de dollars) et au remboursement de clients victimes d'une utilisation frauduleuse de leur code d'usager. Bien qu'elles ne soient pas strictement attribuables aux économies d'échelle, ces charges reflètent adéquatement la pression qui s'exerce sur U.S. Sprint.

Conclusion

En les répartissant sur quatre ans, on constate que U.S. Sprint essuie annuellement des pertes de 700 à 900 millions de dollars, avant prise en compte des frais d'intérêt et des impôts. Un redressement des charges afin d'inclure le paiement d'intérêts normaux aurait pour effet de porter les pertes subies annuellement à environ 1 milliard de dollars ou même davantage.

4. Western Union

Tableau des activités

Western Union est la plus petite société de télécommunications desservant l'ensemble du territoire américain; à l'instar de CNCP au Canada, elle oeuvre exclusivement dans les domaines du Télex, des télégrammes et des services aux réseaux privés.

Western Union exploite à la fois un réseau terrestre et un réseau de transmission par satellites. La société a entrepris la construction d'un réseau de transmission par fibres optiques en 1984.

Depuis 1983, le volume des messages Télex régresse au taux d'environ 15 p. 100 par année; les recettes globales de ce service diminuent également à tous les ans. Les frais d'accès aux réseaux locaux se sont accrus considérablement, ce qui occasionne de graves difficultés financières à Western Union, comme on le verra en détails un peu plus loin. La société offre également un service de transfert électronique de fonds, que l'on croit être rentable.

Rajustements requis

Dans ses derniers états financiers, la société déclarait qu'elle n'était pas en mesure d'effectuer les investissements requis afin de conserver ou d'élargir le rôle qu'elle joue actuellement au sein de l'industrie des télécommunications. Western Union n'a pas encore parachevé la construction d'un réseau

de transmission par fibres optiques, contrairement à ses trois principaux concurrents.

Cette situation ne requiert aucun rajustement au plan des données, mais la société se trouve dans une position intenable; en outre, elle doit probablement dépenser moins que la normale dans le cadre de ses activités au jour le jour.

La société n'offre pas de service téléphonique public interurbain. Par contre, ses services aux réseaux privés concurrencent directement ceux d'AT&T. Nous présumons que Western Union se doit d'offrir un escompte d'au moins 5 à 10 p. 100 par rapport aux tarifs d'AT&T.

Rendement financier

Depuis 1983, la société a perdu environ 1 milliard de dollars; l'avoir des actionnaires est maintenant négatif (tableau 5). Ces dernières années, Western Union a dû lutter pour sa survie même. D'ailleurs, l'expert-comptable de la société, la maison Price Waterhouse, a exprimé dans l'énoncé de son opinion une réserve à l'effet que : (traduction) "... la poursuite des activités de Western Union dépend de l'obtention de tels capitaux additionnels et il est impossible, dans les circonstances actuelles, de prévoir si les efforts de Western Union seront ou non couronnés de succès.". En 1986 et 1987, Western Union était presque continuellement au bord de la faillite. Pour les neuf premiers mois de l'exercice 1987, la société a déclaré une légère perte se chiffrant à 17 millions de dollars. À la fin de 1987,

Tableau 5

RÉSULTATS FINANCIERS DE WESTERN UNION

en millions de dollars U.S.	*9 mois*					
	1987	*1986*	*1986*	*1985*	*1984*	*1983*
* Recettes	610	675	889	992	1 049	1 045
* Bénéfice (perte) avant impôts	(17)	(71)	(542)	(398)	(85)	(58)

les créanciers et les actionnaires ont donné leur aval à un changement des rapports de participation et à un plan de réorganisation. L'avenir de la société demeure toutefois incertain, le nouvel actionnaire majoritaire étant un individu, M. Bennet S. Lebow, et non une société de grande envergure aux coffres remplis de liquidités.

Conclusion

Les activités de Western Union sont sérieusement compromises. Les recettes baissent, les immobilisations ne se matérialisent pas et la société a échappé de peu à la faillite. On estime que les pertes annuelles de la société se situent dans une fourchette allant de 300 à 400 millions de dollars et ce, sur des recettes inférieures à 1 milliard de dollars par année.

5. Telecom Canada et Bell Canada

Tableau des activités

Au Canada, les compagnies de téléphone locales possèdent et exploitent le réseau interurbain à l'intérieur de leurs zones de desserte respectives. Telecom Canada est un organisme de coordination non réglementé qui ne possède pas lui-même d'actifs et ne perçoit directement aucun revenu provenant de l'interurbain.

En plus de leurs recettes provenant du service local et de l'interurbain, les compagnies de téléphone de grande envergure sont également propriétaires d'exploitations diverses, y compris des entreprises de fabrication et des sociétés financières d'innovation.

Avec une part du marché dépassant les 90 p. 100, les sociétés membres de Telecom Canada constituent de loin les plus importantes entreprises de télécommunications au Canada.

Rajustements requis

Parmi toutes les sociétés membres de Telecom Canada, Bell Canada est de loin la plus importante, suivie de la Compagnie de téléphone de la Colombie-Britannique et des autres. Les recettes provenant du service interurbain dépendent de la densité démographique et de la concentration des affaires; en conséquence, Bell et B.C. Tel accaparent environ

70 p. 100 des recettes totales provenant de l'interurbain.

En tant que compagnies de téléphone sous juridiction fédérale, Bell et B.C. Tel ont été enjointes par le CRTC de produire des évaluations de leurs recettes, prix de revient et apports de capital afférents au service interurbain. Les données proviennent des documents qu'elles ont soumis et qui ont été publiées dans : "Phase III de l'Enquête sur les prix de revient - Rapport d'étude 1986".

Rendement financier

Les évaluations des recettes et des prix de revient fournis au CRTC par Bell et B.C. Tel confirment la très grande rentabilité de l'interurbain pour les sociétés membres de Telecom Canada (tableau 6).

Contrairement à ce qui s'est produit aux États-Unis, les tarifs locaux et interurbains n'ont pas été rééquilibrés au Canada : la marge bénéficiaire sur le service interurbain dépasse facilement les 60 p. 100.

Une marge de 60 p. 100 sur les ventes correspond en gros à celle d'AT&T, lorsque l'on ajoute les frais d'accès aux réseaux locaux (50 p. 100) à la marge bénéficiaire nette avant impôts (9 p. 100).Si l'on applique ces résultats à l'ensemble des sociétés membres de Telecom Canada, on obtient par extrapolation un bénéfice net avant impôts de l'ordre de 3,7 milliards de dollars; la majeure partie de ce bénéfice provient de services monopolistiques.

Tableau 6

RÉSULTATS FINANCIERS DE TELECOM CANADA

en millions de $ Can		*1986*
* Recettes provenant de l'interurbain	- Bell Canada et B.C. Tel	4 143
	- Telecom Canada	5 754
* Bénéfice net avant impôts	- Bell Canada	2 089
	- B.C. Tel	558
	- Sous-total	2 647
* Bénéfice net de Telecom Canada avant impôts		3 676

Sources : CRTC, Rapports d'enquête sur les prix de revient; et estimations de Coopers et Lybrand.

D'après les prévisions de Bell Canada, à moins que l'on ne rééquilibre les tarifs, cette marge bénéficiaire continuera de croître au fil des ans, et stimulera la concurrence en lui assurant une protection en regard du prix des services.

Conclusion

Les activités de Telecom Canada s'avèrent très rentables. Ses bénéfices nets avant impôts sont évalués à plus de 3 milliards de dollars par année.

6. Les Télécommunications CNCP

Tableau des activités

CNCP offre une gamme complète de services concurrentiels à la clientèle d'affaires et du secteur public. CNCP est une société en nom collectif appartenant au Canadien National et aux Entreprises Canadien Pacifique Ltée.

La société a récemment terminé la construction de vastes portions d'un réseau de transmission par fibres optiques dans l'Est du Canada et dans certaines parties de l'Ouest canadien. Elle a partagé une partie du prix de revient de ce réseau avec le CN, qui construisait en même temps son propre réseau.

Rajustements requis

Aucun rajustement particulier n'est requis, mais CNCP devra peut-être radier ses immobilisations au chapitre des équipements de radiocommunications, son système de transmission par fibres optiques étant en train de le supplanter.

Rendement financier

Durant de nombreuses années, CNCP n'a pas réussi à réaliser le taux de rendement autorisé : de 1982 à 1986, le taux de rendement moyen des capitaux propres de la société s'est chiffré à seulement 9 p. 100. Au cours des trois exercices de 1984 à 1986, les recettes n'ont pratiquement pas évolué.

La source de revenus la plus importante de CNCP, le service Télex, s'est peut-être quelque peu tarie au cours des dernières années, à l'instar de ce qui s'est produit dans le cas de Western Union.

Depuis 1984, le bénéfice avant impôts demeure stable, à un niveau proche de 32 millions de dollars (tableau 7). Étant donné la faible rentabilité de CNCP, ses récentes immobilisations se rapportant à un réseau de transmission par fibres optiques et le déclin de sa principale source de revenus, il ne serait pasé tonnant que CNCP déclare des taux de rendement encore plus faibles, ou même des pertes, dans un avenir rapproché.

Conclusion

CNCP affiche un bénéfice annuel net d'environ 32 millions de dollars; il est possible que la société subisse des pertes dans un avenir rapproché, étant donné l'environnement concurrentiel dans lequel elle évolue, la nécessité de radier de ses actifs certaines installations et le déclin du marché du service Télex.

D. COMPARAISON DES TARIFS

À des fins de comparaison, nous utiliserons un des repères de l'industrie, un appel SICT effectué durant les heures de bureau, au plein tarif normal. Nous n'essaierons pas de tenir compte de l'immense diversité des services, tarifs, escomptes, programmes de commercialisation et autres barèmes tarifaires. Comme on peut le constater à la lecture du tableau 8, les tarifs cana-

Tableau 7

RÉSULTATS FINANCIERS DE CNCP

en millions de dollars Can	*1986*	*1985*	*1984*
* Recettes	344	349	338
* Bénéfice net avant impôts	31,6	36,0	31,7

Source : Rapport annuel de la société

Tableau 8

COMPARAISON DES TARIFS INTERURBAINS (1986)

	Entreprises de télécommunications américaines ($ US)			Entreprises de télécommunications canadiennes ($ CAN)	
	AT&T	MCI	U.S. Sprint	Telecom Canada	C N C P
* Longs parcours					
(Canada : Montréal - Vancouver)					
(États-Unis : New York - San Francisco)					
1ère minute	0,38	0,34	0,39	0,94	
Minutes supplémentaires	0,30	0,32	0,34	0,94	
Plus de 300 $ par mois			0,26		
* Courtes distances					
(Canada : Montréal - Toronto)					
(États-Unis : New York - Boston)					
1ère minute	0,31	0,28	0,28	0,45	
Minutes supplémentaires	0,25	0,26	0,25	0,45	
Plus de 300 $ par mois			0,22		

diens pour un appel transcontinental sont trois fois plus élevés que les tarifs américains. Pour des distances plus courtes, les tarifs canadiens sont de 50 à 80 p. 100 supérieurs aux tarifs américains. Les entreprises de télécommunications rivales de Bell et d'AT&T essaient toutes d'offrir un escompte par rapport aux tarifs pratiqués par ces dernières. Il est difficile d'établir le taux précis de cet escompte, mais il a baissé au fil des ans et se situait aux environs de 8 à 10 p. 100 en 1986.

Dans le cas des deux sociétés qui n'offrent pas le service de l'interurbain, Western Union et CNCP, il est établi que l'ensemble de leur structure tarifaire offre tout de même des abattements par rapport à celles de Bell et d'AT&T.

E. SITUATION CONCURRENTIELLE DES PRIX DE REVIENT

1. Élaboration du graphique

Le tableau 9 résume les données exposées dans les pages précédentes. Toutes les données se rapportant à la taille des sociétés, à leur rendement financier rajusté et aux niveaux respectifs de leurs tarifs peuvent s'intégrer dans un seul graphique illustrant l'effet des économies d'échelle (tableau 10).

L'axe horizontal situe chacune des sociétés en fonction de sa taille, laquelle est établie selon son volume annuel d'interurbains. Les recettes de la société AT&T correspondent à un indice témoin établi à 100; nous avons déterminé la position relative des autres sociétés américaines en divisant

Tableau 9

SYNTHÈSE DES DONNÉES RELATIVES AUX SOCIÉTÉS CANADIENNES ET AMÉRICAINES

Société	*Taille de la société en 1986*		*Fourchette des bénéfices*	
	Devises locales	*Indice de volume*	*Devises locales*	*Monnaie canadienne*
AT&T	38 701 $	100	+3 371 à +3 600 $	+4 700 à + 5 000
MCI	3 592	9,3	-500 à +50	-700 à +70
U.S. Sprint	2 132	5,5	-700 à -1 200	-1 000 à -1 700
Western Union	889	2,3	-500 à -300	-700 à -400
Telecom Canada	5 991	5,4	+3 100 à +3 700	+3 100 à +3 700
CNCP	340	0,3	+30 à -30	+30 à -30

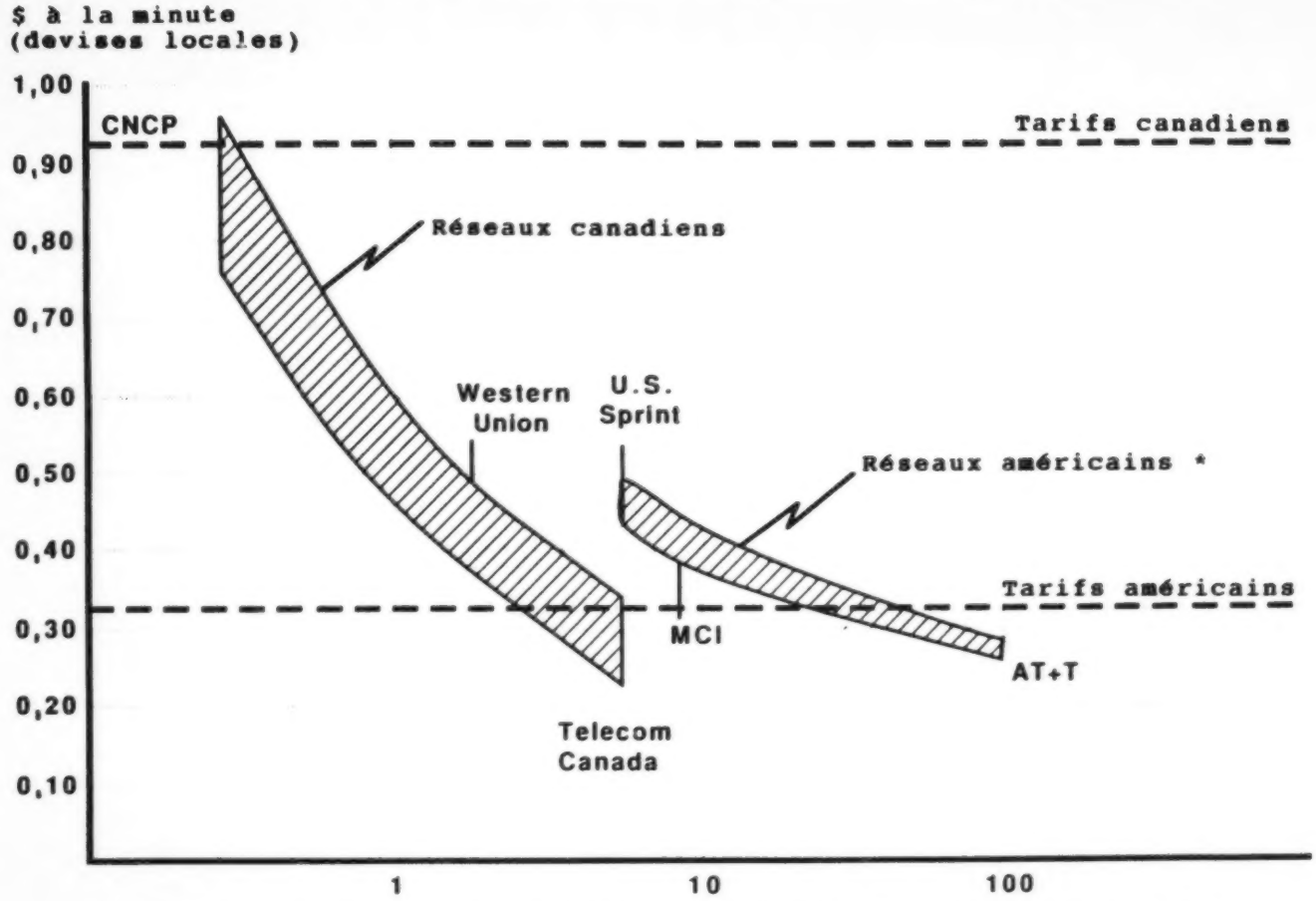
Taux de change : 1,39 - taux moyen en 1986.

TABLEAU 10

SITUATION CONCURRENTIELLE DES RÉSEAUX INTERURBAINS CANADIENS

ET AMÉRICAINS AU PLAN DU PRIX DE REVIENT

DONNÉES EXTRAITES DES ÉTATS FINANCIERS - EN DEVISES LOCALES



* Les données sur le prix de revient des réseaux américains comprennent les frais d'accès aux réseaux locaux.

leurs recettes par celles d'AT&T. Au Canada, les tarifs sont beaucoup plus élevés; afin d'obtenir un tableau plus juste du volume annuel, nous avons également effectué un rajustement en fonction des écarts tarifaires. Étant donné les écarts extrêmement grands au plan de la taille des sociétés, nous avons choisi d'utiliser une échelle logarithmique : la taille de la société MCI représente moins de 10 p. 100 de celle d'AT&T, et celle de CNCP, moins de 0,5 p. 100.

L'axe vertical s'intitule "dollars par minute" : cela nous permet d'effectuer une pondération qui tienne compte des écarts entre les tarifs américains et canadiens. Le tarif canadien a été établi à 0,94 $ alors que celui des ÉtatsUnis se situe aux environs de 0,32 $, le tout en devises locales. Comme nous l'avons mentionné plus tôt, un graphique ultérieur illustrera les mêmes données, rajustées en fonction du taux de change.

Étant donné que les bénéfices de chacune des sociétés évoluent à l'intérieur de fourchettes précises, lesquelles ont été estimées plus haut, nous illustrons les résultats de ces sociétés au moyen d'un trait au lieu d'un point. Et étant donné que l'échelle de l'axe horizontal est logarithmique, la longueur de chacun des traits est établie en fonction de deux facteurs : les bénéfices de la société et sa position sur l'axe horizontal. Par exemple, dans le cas de la société MCI, la fourchette des bénéfices est d'environ 500 millions de dollars; pour CNCP, elle est de moins de 80 millions de dollars, mais le trait qui représente

cette société est plus long en raison de sa position sur l'axe horizontal.

Les zones ombragées du graphique correspondent aux fourchettes des prix de revient des réseaux interurbains au Canada et aux États-Unis. La distance entre l'horizontale correspondant aux tarifs et la courbe des prix de revient représente les bénéfices de chacune des sociétés.

Dans le cas d'une société rentable, le trait vertical se situe sous la barre des tarifs, ses charges d'exploitation étant inférieures à ses recettes. Dans le cas d'une société non rentable, le trait vertical se trouve au-dessus de la barre des tarifs, ses charges d'exploitation dépassant ses recettes.

La position de chacune des sociétés sur le graphique est déterminée par sa taille, le niveau relatif des tarifs qu'elle pratique et la fourchette de ses bénéfices rajustés. Par exemple, dans le cas de MCI, voici comment la position de la société sur le graphique a été établie.

L'axe horizontal indique que sa taille représente 9 p. 100 de celle d'AT&T. L'axe vertical repose sur l'hypothèse d'un escompte d'environ 8 p. 100 par rapport aux tarifs d'AT&T et une fourchette des bénéfices allant du point mort à une perte de 500 millions de dollars. En conséquence, le trait s'élève au-dessus de la barre des tarifs.

En termes de volume, U.S. Sprint et Telecom Canada avaient à peu près la même taille en 1986. U.S. Sprint se situe au-dessus de la barre américaine des tarifs, étant donné qu'elle essuie des pertes considérables. Telecom Canada se trouve bien en-dessous de la barre canadienne des tarifs, étant donné que cette société réalise des bénéfices encore plus considérables avec le service interurbain.

2. Constatations

Les deux courbes ont été tracées côte à côte dans le tableau 10 afin d'illustrer la différence entre les réseaux canadiens et américains. Comme on l'a expliqué plus haut, chacun des réseaux canadiens ne comporte essentiellement qu'une seule artère Est-Ouest faisant appel aux fibres optiques. Toutes les entreprises de télécommunications américaines exploitent au moins deux artères transcontinentales et deux artères Nord-Sud : chacune d'entre elles doit donc exploiter un réseau plus complexe que les entreprises de télécommunications canadiennes.

La courbe américaine des prix de revient a été ajustée de façon à inclure AT&T, MCI et U.S. Sprint. La société Western Union a été ignorée car elle ne possède pas de réseau moderne de transmission par fibres optiques et, de son propre aveu, n'est pas en position financière de s'en payer un.

La courbe canadienne des prix de revient s'aligne sur Telecom Canada et CNCP. Mais tandis que la position de Telecom Canada est nettement établie, celle de CNCP est très incertaine. La société a

partagé le prix de revient de son réseau de transmission par fibres optiques avec le CN, elle semble produire des bénéfices d'un niveau proche du point mort, et elle n'offre pas de SICT aux tarifs indiqués dans le graphique. Cependant, tout bien considéré, la position attribuée à CNCP devrait correspondre assez précisément à celle qu'elle occupe réellement.

Les données relatives aux prix de revient des réseaux américains incluent les frais d'accès aux réseaux locaux à la fois dans le tableau 10 (devises locales) et dans le tableau 11 (monnaie canadienne). Lorsque l'on omet ces frais d'accès pour les entreprises de télécommunications américaines (tableau 12), la courbe résultante s'affaisse vers le bas du graphique. Elle se situe alors virtuellement dans le prolongement direct de la courbe canadienne, illustrant ainsi encore davantage la présence de fortes économies d'échelle, de diversification et de capacité.

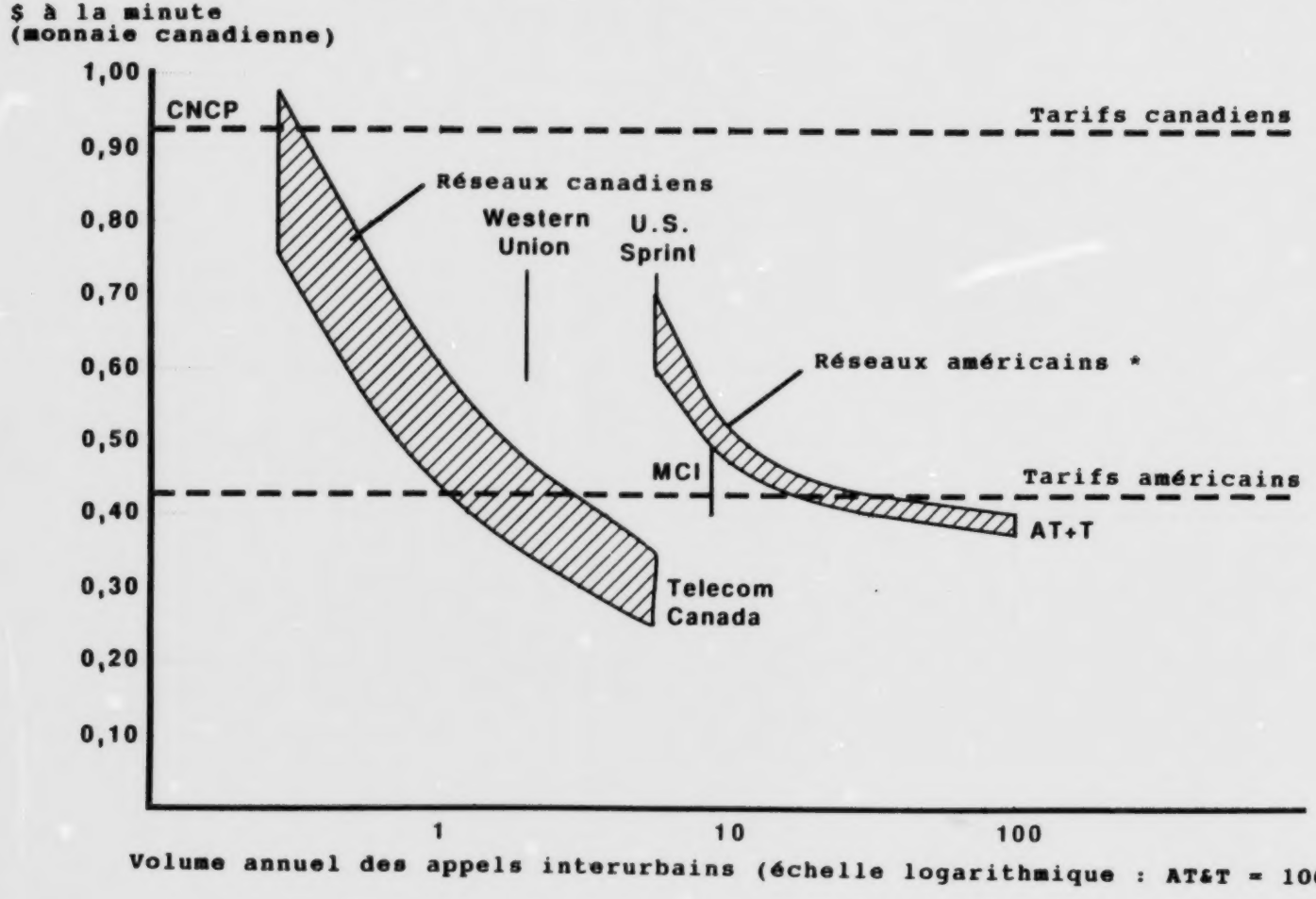
Au cours des dernières années, les tarifs interurbains ont chuté d'environ 36 p. 100 aux États-Unis. Cette diminution des tarifs a fait fondre les marges bénéficiaires des sociétés rivales, les acculant à des pertes, alors qu'AT&T continuait d'afficher des bénéfices substantiels. Si des circonstances similaires prévalaient au Canada, Telecom Canada pourrait réduire ses tarifs de façon radicale et continuer d'être rentable, alors que CNCP subirait de lourdes pertes.

TABLEAU 11

SITUATION CONCURRENTIELLE DES RÉSEAUX INTERURBAINS CANADIENS

ET AMÉRICAINS AU PLAN DU PRIX DE REVIENT

DONNÉES EXTRAITES DES ÉTATS FINANCIERS - EN MONNAIE CANADIENNE *



* Les données sur le prix de revient des réseaux américains comprennent les frais d'acces aux réseaux locaux.

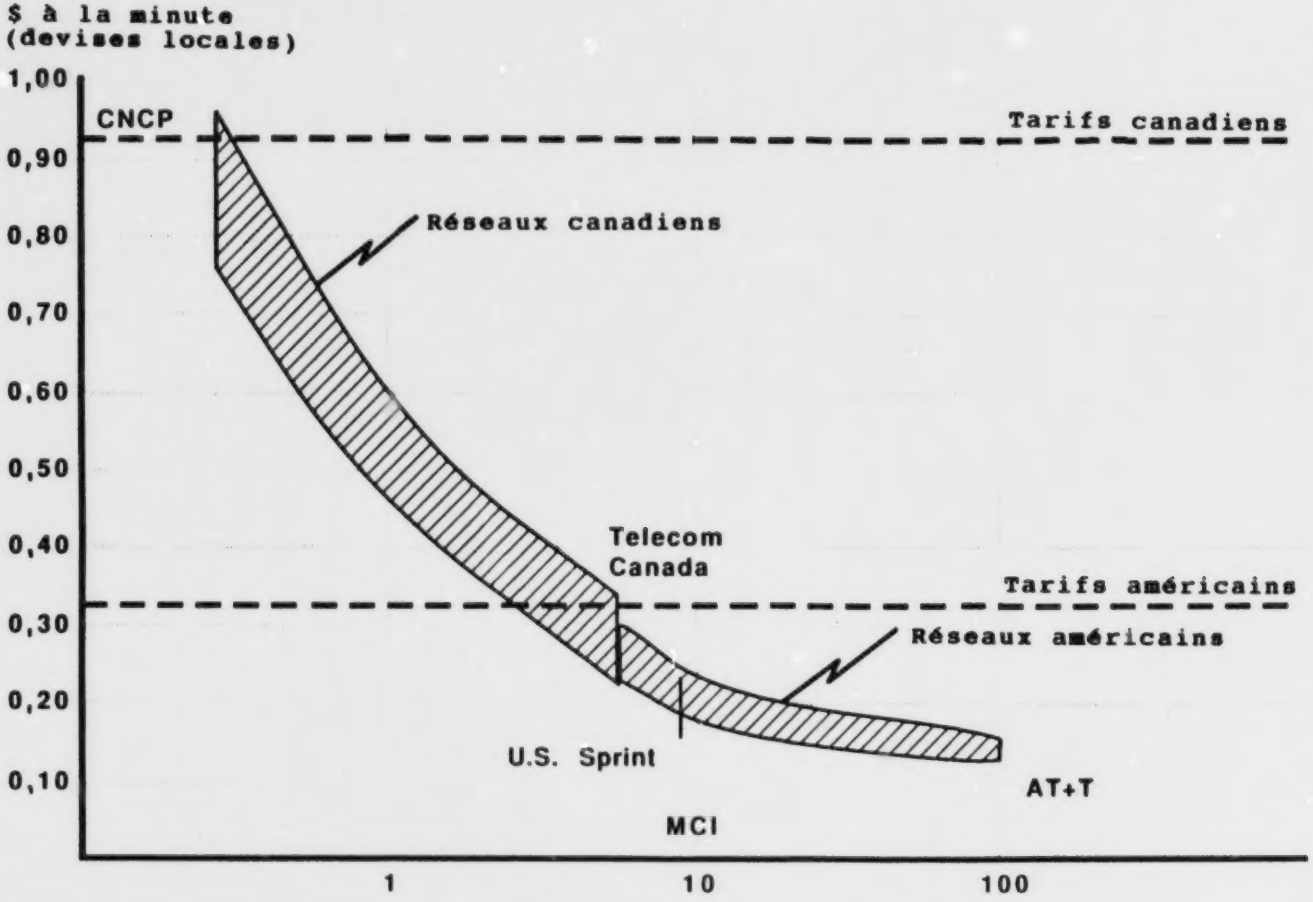
TABLEAU 12

SITUATION CONCURRENTIELLE DES RÉSEAUX INTERURBAINS CANADIENS

ET AMÉRICAINS AU PLAN DU PRIX DE REVIENT

DONNÉES EXTRAITES DES ÉTATS FINANCIERS - EN DEVISES LOCALES

(En excluant des données américaines les frais d'accès aux réseaux locaux)



F. CONCLUSION DE L'ANALYSE FINANCIÈRE

La preuve observée dans cette section de l'étude renforce l'hypothèse selon laquelle il existe des économies d'échelle et de diversification dans le domaine du service interurbain.

Les données sont loin d'être parfaites. Toutefois, après tous les rajustements que nou savons effectués, les résultats indiquent toujours que les entreprises de télécommunications de faible envergure accusent des pertes, alors que les grandes entreprises de télécommunications sont extrêmement rentables. De tels résultats confirment l'existence de fortes économies d'échelle et de diversification avec les techniques actuellement employées.

À la lumière des résultats financiers des entreprises américaines et canadiennes de télécommunications, une petite entreprise ne peut soutenir la concurrence d'une grande qu'à la condition expresse de jouir de garanties tarifaires. Sinon, la situation défavorable de l'entreprise de télécommunications de faible envergure au niveau du prix de revient l'accule à subir des pertes importantes, étant donné un contexte de fortes économies d'échelle et de diversification.

SECTION V :

RÉSULTATS PROBANTS - MÉTHODE DE LA COMPTABILITÉ DE PRIX DE REVIENT

LE 10 MARS 1988

V. RÉSULTATS PROBANTS : MÉTHODE DE LA COMPTABILITÉ DE PRIX DE REVIENT

A. INTRODUCTION

La structure du prix de revient de la prestation du service téléphonique public interurbain se prête à une analyse à la lumière des données fournies par les enquêtes sur l'établissement des prix de revient. Ces enquêtes, menées au Canada et aux États-Unis selon un grand nombre de méthodes, représentent une partie de l'arsenal des moyens mis en oeuvre dans le but d'obtenir les renseignements nécessaires à l'élaboration d'une réglementation efficace.

La présente section de ce rapport utilise les données obtenues lors d'enquêtes sur l'établissement des prix de revient aux États-Unis et au Canada afin d'établir la nature de la fonction prix de revient.

B. SURVOL DE LA MÉTHODE

Lorsque l'on veut démontrer spécifiquement la présence d'économies d'échelle et de diversification, la réalité observée doit satisfaire à un certain nombre de conditions très strictes, y compris l'existence d'une augmentation simultanée et proportionnelle des intrants et l'emploi de techniques uniformes. Dans une section précédente de ce rapport, nous avons mentionné les difficultés associées à une telle démonstration.

L'utilisation de données relatives à l'établissement des prix de revient dans le but d'établir la présence d'économies d'échelle et de diversification se heurte à

des obstacles similaires, dans la mesure où l'ensemble des données relatives à l'établissement des prix de revient subissent au fil des ans l'influence des changements techniques effectués dans le réseau.

Il s'avère toutefois assez intéressant d'utiliser ces renseignements afin de déterminer le prix de revient unitaire de la prestation du service interurbain. On peut alors associer les changements de prix à l'unité durant diverses périodes aux économies d'échelle et de diversification spécifiques que l'étude d'ingénierie et l'analyse financière ont permis de déceler.

Les enquêtes sur l'établissement des prix de revient font appel à diverses méthodologies, retenues en fonction des objectifs particuliers qu'elles poursuivent. Chacun des rapports de ces enquêtes comprend un exposé sur les hypothèses employées dans le but de mettre en relief la crédibilité et le caractère comparable des résultats.

Diverses sources ont été mises à contribution lors de la collecte des données. Nous avons communiqué avec des personnes ressources de l'industrie des télécommunications et consulté des membres des organismes de réglementation au Canada et aux États-Unis (plusieurs personnes ont été interrogées sur place à la FCC). Nous avons également demandé aux compagnies de téléphone de nous fournir des données et effectué des recherches dans des documents rendus publics.

Le volume et la précision des données sur l'établissement des prix de revient disponibles aux États-Unis dépassent de loin tout ce que l'on peut trouver au Canada. C'est pourquoi nous présenterons les résultats de l'analyse en

profondeur effectuée à partir des données américaines avant de passer aux résultats canadiens.

C. LE CONTEXTE AMÉRICAIN

Nous employons deux stratégies afin d'évaluer la fonction prix de revient du service interurbain dans son ensemble. En tout premier lieu, nous étudions l'impact des anciennes techniques sur le coût réel par mille de circuit. Cela permet d'envisager la question d'un point de vue historique en fournissant matière à comparaison quant à l'incidence des techniques les plus récentes.

La seconde stratégie consiste à utiliser des données assez récentes afin de mesurer les répercussions des techniques employées à l'heure actuelle sur le coût réel par mille de circuit. Les données relatives à l'établissement des prix de revient depuis 1984 nous fournissent des indices relativement précis quant à l'incidence des techniques les plus récentes (fibres optiques et radiocommunications numériques) sur la fonction prix de revient. La plupart des systèmes de télécommunications interétats installés depuis 1984 utilisent ces techniques. Les résultats de cet exercice seront ensuite comparés à ceux de l'analyse historique dans le but de se former une opinion sur l'incidence spécifique des techniques les plus nouvelles par rapport aux anciennes.

1. Incidence historique de la technologie

Aux États-Unis, jusqu'en 1982, les renseignements détaillés sur le prix de revient d'AT&T au chapitre du service interurbain étaient rassemblés et

présentés dans un manuel intitulé : "Long Line Statistics". Ces données sont suffisamment précises pour établir la série chronologique des immobilisations[1] par mille de circuit interurbain au cours de chacune des années de la période de 1960 à 1982. La figure 1 illustre les résultats.[2] En 1982, le coût réel des immobilisations par mille de circuit atteint moins du quart de celui de 1962.

La baisse du coût réel des immobilisations par mille de circuit, dans le contexte d'un marché entièrement captif (il n'existait aucune concurrence importante en matière de service interurbain au cours de cette période), permet d'affirmer que d'un point de vue historique, l'apparition de nouvelles techniques et la matérialisation d'économies d'échelle et de diversification sont autant de facteurs ayant causé une baisse du prix de revient par mille de circuit.

Le taux d'utilisation de la capacité des équipements de transmission représente un autre facteur possiblement important de la chute du prix de revient par mille de circuit au cours de cette période.

---

1 "Immobilisations" signifie la valeur comptable des équipements en service.

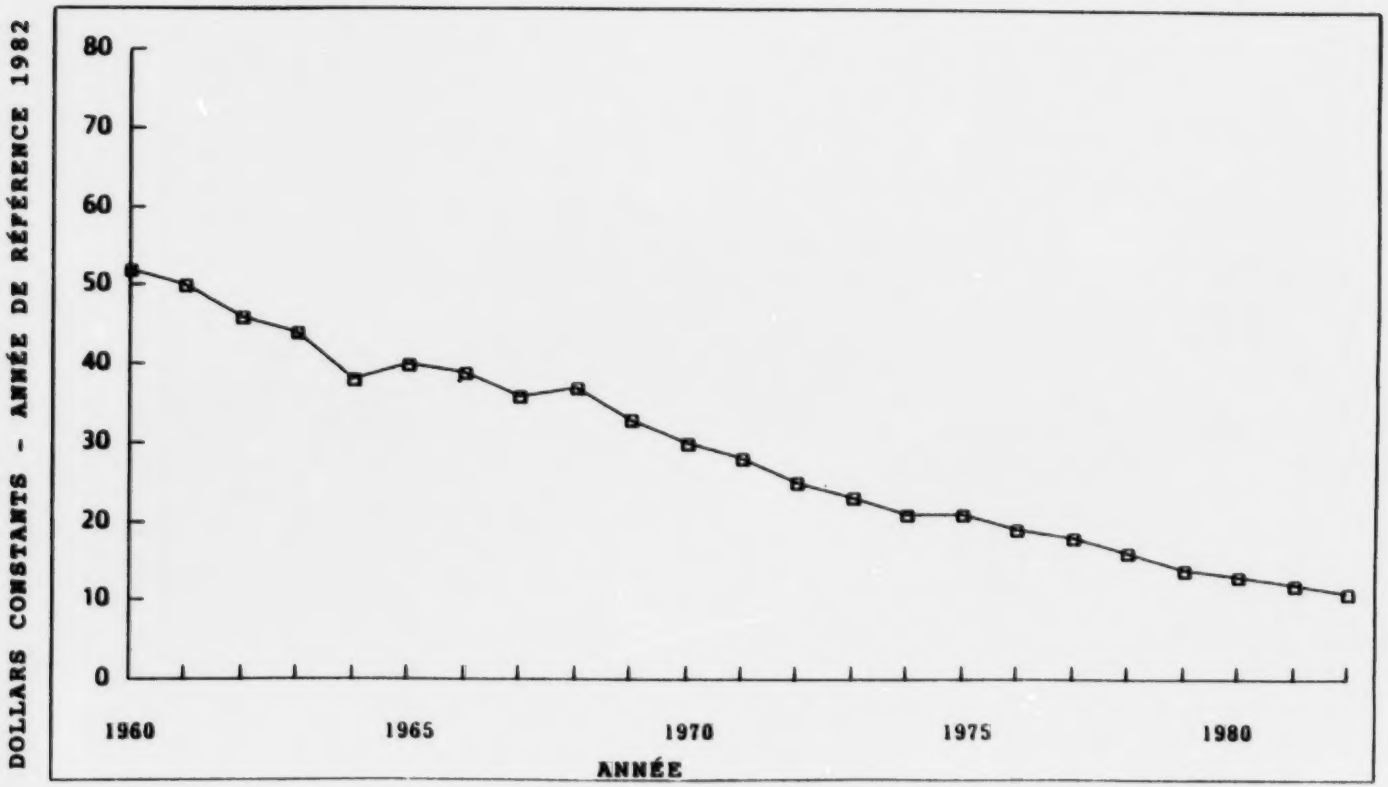
2 Ces résultats sont exprimés en dollars constants, l'année témoin étant 1982. Nous avons dégonflé les valeurs nominales de cette série chronologique, exprimées en dollars, en fonction d'un indice des prix des services téléphoniques. Cet indice mesure le prix de vente des services téléphoniques, plutôt que le coût des intrants.À cet égard, il ne s'avère peut-être pas parfaitement précis, mais nous estimons qu'il fournit une approximation raisonnable.

FIGURE 1

COÛT MOYEN DES IMMOBILISATIONS

PAR MILLE DE CIRCUIT (AT&T)

DE 1960 À 1982



L'installation du réseau représente la principale composante du prix de revient d'un système de transmission. En conséquence, il arrive couramment que les compagnies de téléphone se dotent d'une capacité nettement excédentaire dans le but d'éviter de futurs coûts de construction. Ce raisonnement intuitif ne manque pas d'attrait, surtout lorsque l'on envisage la situation à la lumière du coût marginal relativement bas des câbles et du matériel électronique de radiocommunications. En conséquence, à mesure que la demande s'accroît et qu'une capacité additionnelle est mise en service, la valeur comptable intrinsèque de l'installation est répartie sur une base plus large, ce qui fait chuter le prix de revient unitaire par mille de circuit. De toute évidence, l'envergure du suréquipement aura également une incidence sur le taux de chute du prix de revient.

Même si les progrès au plan de l'utilisation de la capacité représentent indubitablement l'une des explications plausibles de la tendance du prix de revient réel par mille de circuit à décliner, on constate également au cours de la période observée un train continuel d'acquisitions nettes au titre des équipements de transmission. En conséquence, la capacité globale s'élevait constamment, ce qui permet de croire que l'accroissement de l'utilisation de la capacité n'a pas eu de répercussions très importantes.

L'indicateur étant composé du coût moyen par mille de circuit, il convient de signaler que les techniques plus anciennes et relativement plus

chères incluses dans l'ensemble des coûts ralentissent la chute des valeurs de la série chronologique.

Il est difficile d'exprimer des énoncés précis sur le rôle de techniques spécifiques dans le déclin du coût réel par mille de circuit. Idéalement, nous aimerions contrôler les coûts respectifs de chacune des techniques par mille de circuit en distinguant parmi les circuits le nombre de ceux qui emploient des fils de cuivre, des fibres optiques, les radiocommunications (analogiques et numériques) et le satellite. Toutefois, les données ne sont pas assez finement ventilées pour permettre une telle analyse.

L'alternative consiste à estimer le nombre des circuits exploités selon chacune des techniques. Toutefois, une telle estimation ouvre la voie à une marge d'erreur considérable, étant donné que la capacité de chacune des techniques en termes de nombre de circuits s'est élevée au fil des ans (on prévoit par exemple que les systèmes à 565 Mb / s ayant une capacité de 8 000 circuits téléphoniques par paire de fibres en 1986 passeront à 25 000 circuits téléphoniques, à 1,7 Gb / s, d'ici quelques années). En conséquence, le fait de chiffrer la capacité d'une technique en fonction de ce qu'elle était à uneé poque donnée pourrait conduire à des évaluations incorrectes du nombre des circuits réellement en service.

Ces données nous permettent de conclure que le coût réel par mille de circuit a décliné au cours de

cette période et que l'apparition de techniques nouvelles dans le réseau, de même que la matérialisation d'économies d'échelle et de diversification, ont toutes les deux joué un rôle dans l'émergence de cette tendance.

2. Incidence des techniques récentes

Les techniques numériques et les fibres optiques représentent les technologies prédominantes dans les réseaux de télécommunications depuis 1983. En conséquence, nous contrôlerons l'incidence de ces techniques sur le prix de revient pour la période de 1983 à 1986.

La publication du manuel "Long Line Statistics" a été abandonnée en 1982. Nous devons donc recourir à d'autres sources de données afin de reconstituer la série chronologique des coûts moyens des immobilisations par mille de circuit de 1984 à 1986. Ces sources incluent le Rapport sur les coûts intégralement répartis (FDC), la formule M et le Rapport général ("Blanket Filings") soumis conformément à la section 214. La méthode employée est décrite à l'annexe 1. Nous avons essayé de faire valider cette méthode par la FCC, par AT&T et par une firme conseil ayant reçu d'AT&T le mandat d'effectuer une analyse similaire, mais sans succès.

Nous ne présentons pas les données de 1983, étant donné les problèmes rencontrés au stade de la collecte et le caractère aléatoire des facteurs de variation du prix de revient et de la capacité durant le démantèlement d'AT&T.

La figure 2 illustre les résultats de cette évaluation.[3] Le prix de revient moyen par circuit se situe à l'intérieur de la fourchette des prix de revient signalés par d'autres études.[4] Ces données ne sont pas indicatives en soi d'une tendance au déclin, mais on peut vraisemblablement expliquer cela par le fait que les nouvelles additions d'équipements supplantent tous les autres facteurs au cours de cette période, comme l'illustrent les figures 3 et 4.[5]

On doit donc s'attendre que le coût moyen des immobilisations par mille de circuit décroisse dans un avenir prévisible, à mesure que la demande augmentera.

Une enquête spéciale sur l'établissement des prix de revient, menée par la Federal Communications Commission (FCC) dans le but d'analyser les progrès dans la diffusion des fibres optiques,[6] semble appuyer cette conclusion. Elle indique que :

---

[3] Les résultats sont de nouveau présentés en dollars constants, l'année témoin étant 1982.

[4] Il s'agit ici de sommes en dollars non indexés. Voir Minoli, Dan, 1987-1992 Outlook for Fiber-Optics Use in the Telecommunications Industry: Part I, dans Communications News, août 1987.

[5] Depuis le démantèlement d'AT&T en 1983, la capacité du réseau de transmission par fibres optiques a décuplé à elle seule.

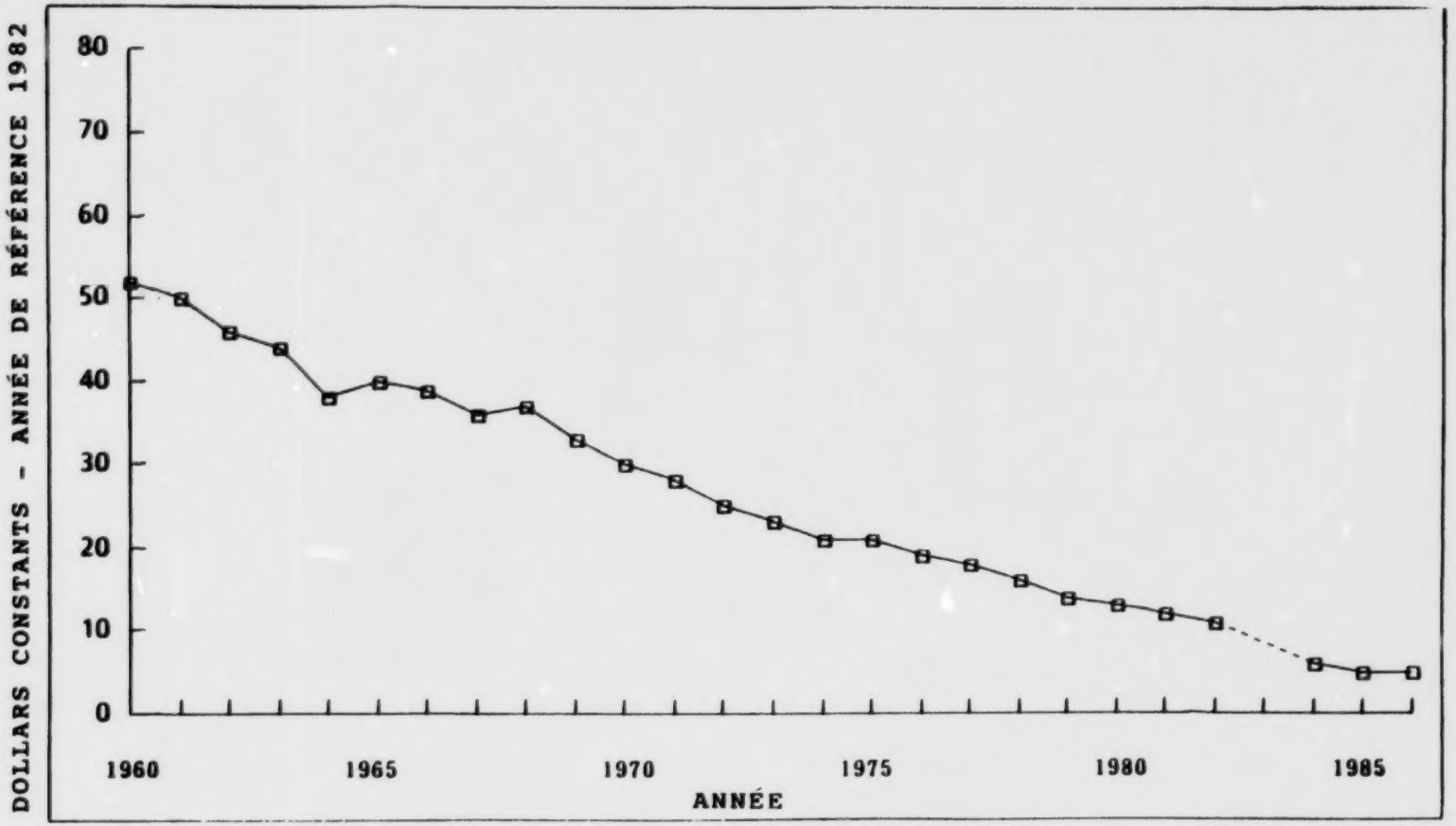
[6] Kraushaar, Jonathan. Fiber Deployment as of Yearend 1986, Industry Analysis Division, Common Carrier Bureau, Federal Communications Commission, Washington, D.C.

FIGURE 2

COÛT MOYEN DES IMMOBILISATIONS

PAR CIRCUIT (AT&T)

DE 1960 À 1986



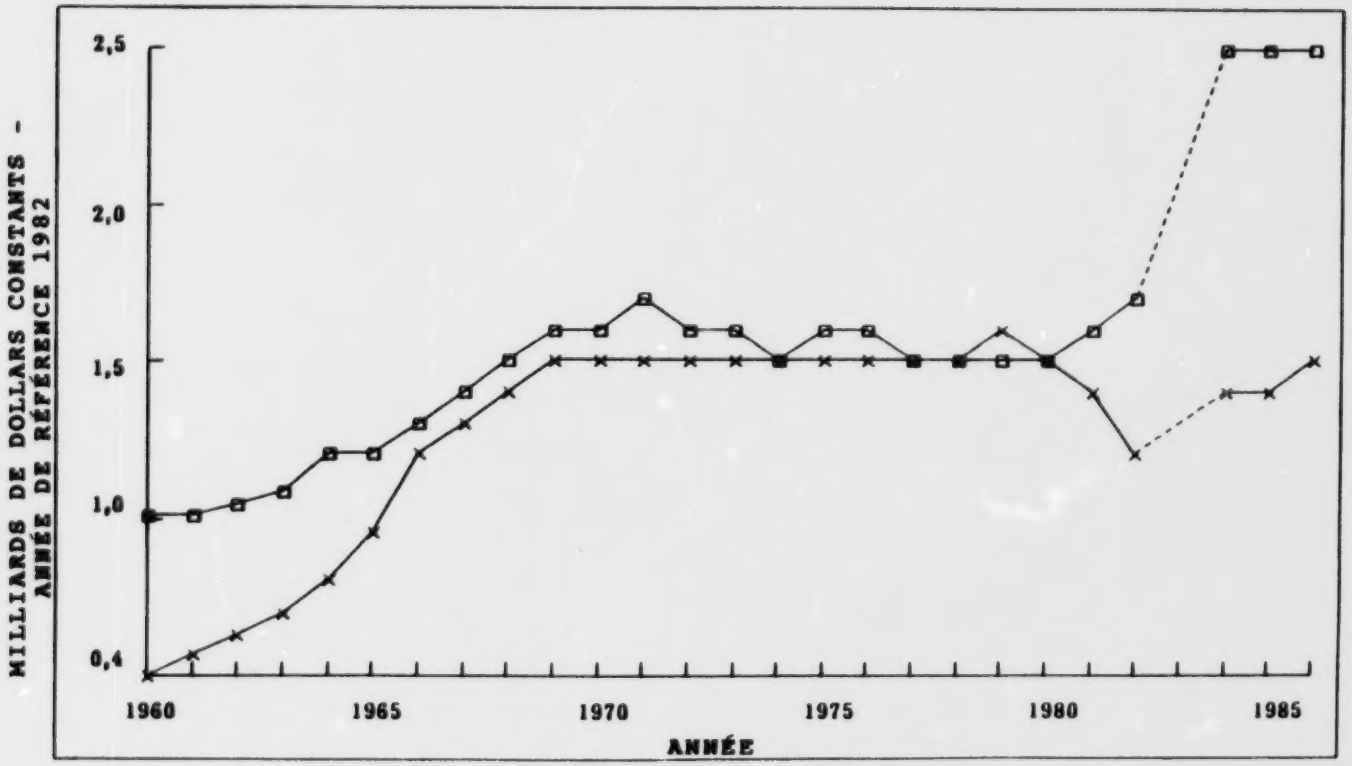
------- Signale des données obtenues par extrapolation

FIGURE 3 - ÉQUIPEMENTS EFFECTIVEMENT EN SERVICE (AT&T)

TRANSMISSION PAR CÂBLE ET RADIOCOMMUNICATIONS

ET PAR SATELLITE

DE 1960 À 1986



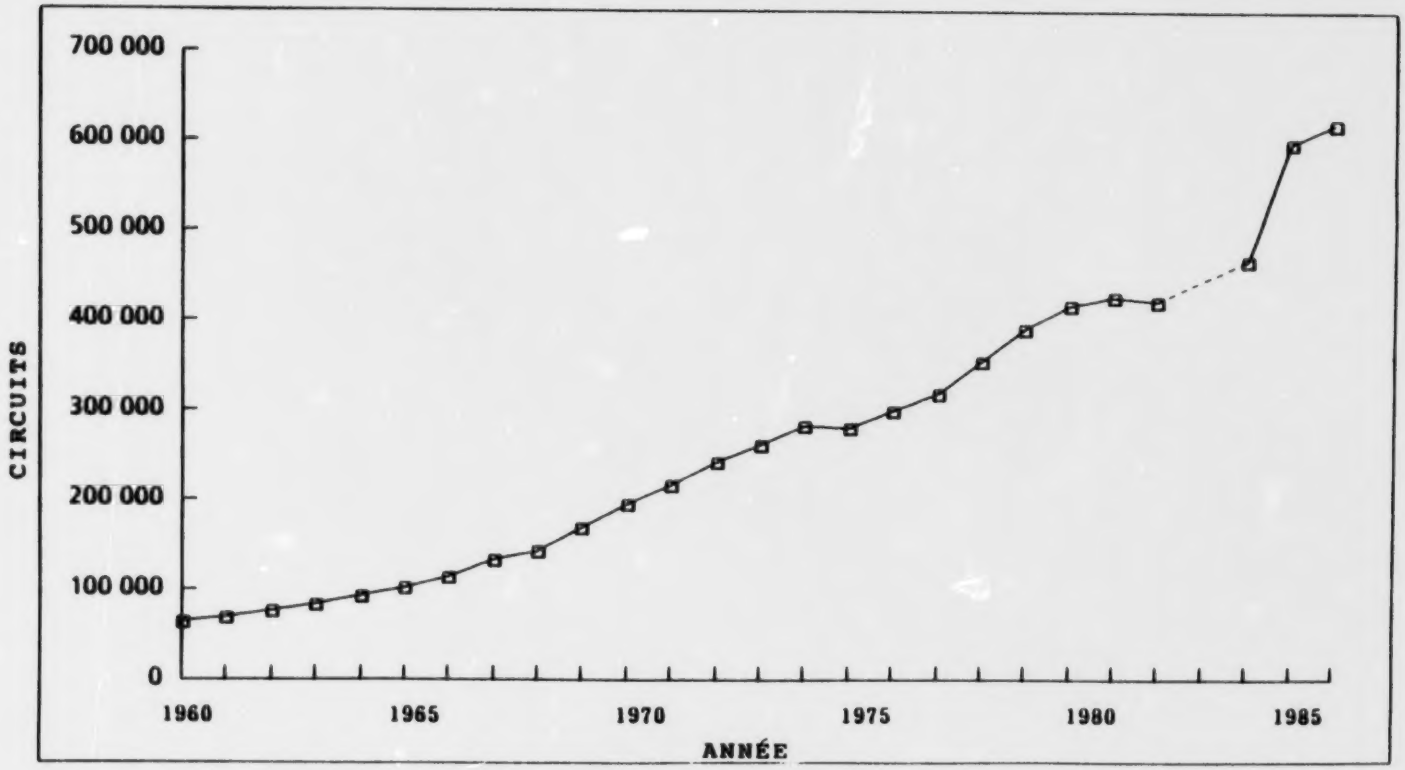
------- Signale des données obtenues par extrapolation

□ Transmission par câble et radiocommunications

× Transmission par satellite

FIGURE 4 - NOMBRE DE CIRCUITS EN SERVICE (AT&T)

DE 1960 À 1986



------- Signale des données obtenues par extrapolation

(traduction)

> "Les progrès de la technologie et l'accroissement de la capacité des systèmes qui en résulte permettront peut-être d'offrir un nombre virtuellement illimité de circuits, en mettant à profit des immobilisations déjà effectuées par ces sociétés dans le domaine des fibres optiques; cela aurait des répercussions importantes durant des années sur les économies se rapportant respectivement à la commutation et à la transmission, et sur le prix de revient du service."

Le document signale également que le coût des câbles optiques par mille d'artère, mise en place comprise, se situait dans une fourchette allant de 65 000 $ à 115 000 $ en 1986. Les estimés préliminaires pour 1987 font baisser ce coût à l'intérieur d'un intervalle se situant entre 50 000 $ et 100 000 $.

Le prix de revient réel par mille de circuit se compare également à la série chronologique soumise à l'analyse historique des prix de revient.[7] Il est intéressant de noter que le coût réel par mille de circuit baisse des deux-tiers environ entre la dernière année de la série chronologique soumise à

---

[7] Il est important de signaler que les méthodes de calcul afférentes à chacune des séries chronologiques peuvent différer quelque peu, étant donné que nous ne pouvions établir avec certitude la façon dont certains de ces coûts étaient calculés dans le manuel "Long Line Statistics" d'AT&T.

Toutefois, l'ordre de grandeur des résultats devrait être assez juste.

l'analyse historique (1982) et la première année de la série chronologique se rapportant aux nouvelles techniques (1984). Il semble donc, à la lumière de la figure 2, que l'impact de l'introduction de nouvelles techniques sur le coût réel par circuit est, bien qu'étant beaucoup plus considérable, cohérent avec l'incidence des anciennes techniques.

D. LE CONTEXTE CANADIEN

1. Bell Canada

Notre analyse des données relatives à l'établissement des prix de revient pour Bell Canada se concentre sur l'incidence des techniques récentes sur la fonction prix de revient. Nous avons tenté d'effectuer une analyse de l'impact historique de la technologie, mais il y a trop peu de données disponibles sur les prix de revient et la capacité pour constituer une série chronologique.

On obtient la preuve de l'incidence des techniques récentes sur la fonction prix de revient en employant une méthodologie utilisée par Bell Canada afin d'établir le prix de revient d'un service, laquelle fournit des renseignements comparatifs sur les revenus et les coûts marginaux d'un appel interurbain. Cette méthode, connue sous le nom de "processus d'étude RCAP" (revenus-coûts annualisés prévus), a été utilisée par la compagnie de téléphone pour justifier des modifications à sa tarification. L'annexe 2 fournit des détails sur le processus d'étude RCAP.

Notre approche dans le cadre de la présente analyse a consisté à étudier l'incidence de la diffusion de plus en plus grande des nouvelles techniques dans le réseau sur le coût marginal des immobilisations associées à un appel effectué au moyen de l'inter-urbain automatique. Nous utilisons les études RCAP sur l'IA[8] déposées par Bell Canada auprès du CRTC pour les années 1982, 1983 et 1985.

Cette analyse est quelque peu différente de celle que l'on a effectuée sur les données américaines relatives à l'établissement des prix de revient. Deux distinctions particulières méritent d'être mentionnées :

- Le "coût" dont il question dans une étude RCAP est un coût prospectif et différentiel (marginal).[9] plutôt qu'un coût intrinsèque et moyen comme celui que l'on utilisait dans l'analyse du prix de revient américain. Ce coût tient également compte de tous les frais accessoires des immobilisations, y compris les frais de maintenance, alors que les prix de revient américains se rapportaient exclusivement aux sommes capitalisées.

---

[8] Ces données ont été dégonflées en fonction de l'année témoin 1982 à l'aide de l'indice Bell Canada des prix du service téléphonique. Cet indice tient compte du prix des intrants.

[9] Comme on l'a mentionné à l'annexe 2, le "coût" représente en fait un coût annualisé, calculé en actualisant tous les mouvements de trésorerie relatifs aux coûts assumés durant la période faisant l'objet de l'enquête, puis en le transformant en annuité.

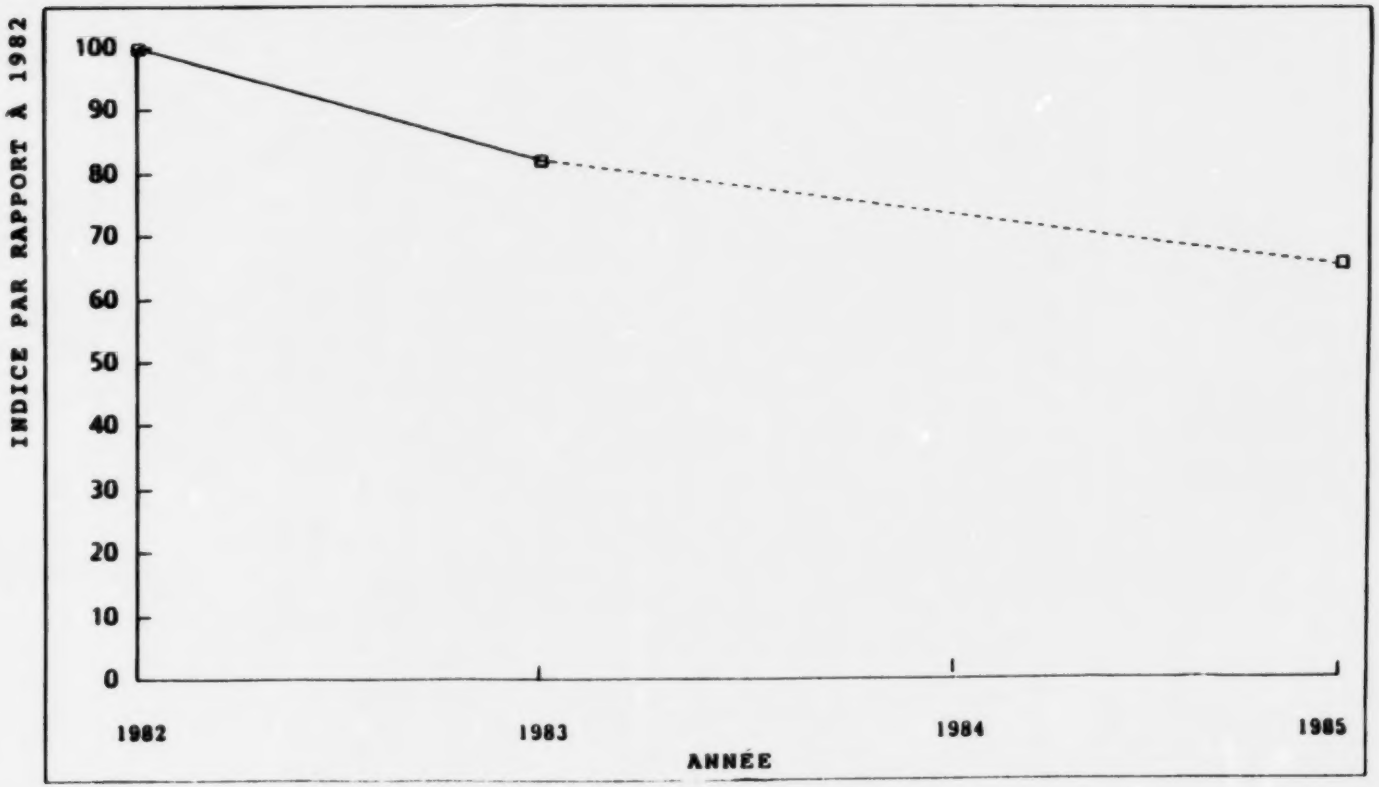
- L'analyse porte sur le prix de revient par appel plutôt que sur le prix de revient par circuit. Le prix de revient par appel est un substitut du prix de revient unitaire de la capacité disponible. Nous devons présumer que les pratiques se rapportant au dimensionnement des équipements assurent un équilibre dans la relation entre la demande (les appels) et l'offre (la capacité) sur les circuits. En fait, Bell Canada fait appel à la même hypothèse dans son processus d'étude RCAP, dans la mesure où elle présume que la rationalisation de l'utilisation de la capacité existante précède l'acquisition de nouveaux équipements.

Les différences entre ces méthodes imposent des restrictions quant à la possibilité de comparer directement les résultats canadiens et les résultats américains.

La figure 5 illustre les résultats de l'analyse. Le prix de revient par message décroît d'environ 35 p. 100 entre 1982 et 1985. Cette période se caractérise par l'introduction de nombreux équipements faisant appel à de nouvelles technologies.

Contrairement à ce que l'on a constaté lors de l'analyse des données américaines, les économies de capacité ne peuvent jouer un rôle important dans la chute du prix de revient par appel. Il en est ainsi parce que le processus d'étude RCAP adopte une hypothèse selon laquelle l'utilisation de la capacité de réserve précipite (ou constitue la

FIGURE 5 - COÛT MARGINAL RÉEL PAR APPEL INTERURBAIN AUTOMATIQUE (BELL CANADA) * DE 1982 À 1985



* La valeur absolue de ces données est confidentielle.

L'indice correspond à des rapports exprimés en dollars constants (année de référence 1981).

-------- Signale des données obtenues par extrapolation

"cause") de l'acquisition de capacité additionnelle. En conséquence, le prix de revient obtenu par le processus d'étude RCAP n'est pas soumis à l'influence des facteurs de capacité.

Comme dans le cas de l'analyse des données américaines sur l'établissement du prix de revient, il n'y a pas assez de données pour effectuer une ventilation du prix de revient global en fonction de chacune de ses composantes technologiques.

Le processus d'étude RCAP s'attarde sur la partie du service de l'interurbain automatique pour lequel la demande est en croissance. En conséquence, l'étude démontre que le coût marginal réel par appel était en déclin de 1982 à 1985.

2. Les Télécommunications CNCP

Dans un mémoire présenté lors de l'instance publique du CRTC sur la concurrence intercirconscription et des questions connexes, CNCP a soumis une évaluation financière du taux de rendement interne qu'elle obtiendrait si on lui permettait de s'attaquer au marché du service interurbain à communications tarifées. On peut utiliser ces renseignements afin d'évaluer s'il est désirable que plusieurs fournisseurs se partagent le marché du SICT.

Comme il était signalé dans la Décision Télécom CRTC 85-19, des écarts mineurs en regard des hypothèses sur lesquelles reposent les estimations financières de CNCP rendraient le service non rentable s'il captait une part de marché de seulement 8 p. 100.

Cet élément de preuve en rapport avec l'établissement du prix de revient du service a apparemment pesé lourdement dans la décision de rejeter la requête de CNCP.

Dans le but de se tailler une part du marché un tant soit peu significative, CNCP estimait qu'elle devait offrir des escomptes sur les tarifs. Et pourtant, le procédé même qui consiste à offrir des tarifs escomptés ne saurait être à l'origine de revenus suffisants pour rencontrer les coûts associés à la prestation du service interurbain. En conséquence, il appert que le prix de revient de la prestation du service est plus bas lorsque la demande est élevée, qu'il ne l'est dans un contexte de faible demande.[10] Cela signifierait que de substantielles économies d'échelle existent, mais que l'on ne peut les matérialiser sans détenir une part importante du marché.

E. CONCLUSIONS

Les données canadiennes et américaines présentées dans cette section démontrent que le prix de revient unitaire a subi un déclin et que l'on doit s'attendre à ce qu'il continue de chuter à l'avenir.

Alors que la méthode de la comptabilité de prix de revient tient compte du rôle des économies de capacité dans le déclin du prix de revient unitaire, ces données

---

[10] Les technologies employées par CNCP et ses rivaux éventuels sont similaires, étant acquis qu'une partie significative du réseau de chacun d'entre eux fait appel à la technologie des fibres optiques.

seules ne permettent pas d'établir les rôles respectifs des nouvelles techniques et desé conomies d'échelle et de diversification. Il existe probablement des gains d'efficacité en matière de prestation du service interurbain (par exemple, les systèmes de transmission par fibres optiques requièrent moins de répéteurs que les systèmes de transmission par câble de cuivre). Toutefois, nous estimons que ces gains ne suffisent pas à expliquer la décroissance constante du prix de revient que les données canadiennes et américaines ont permis de constater. Les économies d'échelle et de diversification révélées par l'étude d'ingénierie et l'analyse financière permettent de croire que ces facteurs jouent un rôle encore plus considérable et déterminant en tant que causes de la baisse du prix de revient unitaire.

ANNEXE I - MÉTHODE DE SUBSTITUTION EMPLOYÉE AFIN DE CALCULER LA VALEUR MOYENNE AUX LIVRES DES IMMOBILISATIONS D'AT&T PAR MILLE DE CIRCUIT ENTRE 1984 ET 1986

La méthode employée afin de calculer la valeur moyenne comptable des immobilisations d'AT&T par mille de circuit entre 1984 et 1986 associe les données relatives aux coûts et au taux d'utilisation de la capacité de façon à simuler la méthode utilisée dans le manuel "Long Line Statistics" d'AT&T. Ces données ont été puisées à plusieurs sources:

* le Rapport sur les coûts intégralement répartis (FDC) déposé par AT&T;

* le rapport annuel d'AT&T selon la formule M; et

* le rapport général soumis selon la formule 214.

Le but de ces rapports et le rôle auquel on les destine dans notre méthode sont expliqués ci-dessous.

Aux États-Unis, AT&T dépose le Rapport sur les coûts intégralement répartis (FDC) auprès de la Federal Communications Commission (FCC) à l'appui de sa requête annuelle à l'égard du taux de rendement autorisé du service interurbain. Le but de ce rapport est de répartir les charges d'exploitation totales du service inter-états (interurbain) selon une méthode d'imputation ou de ventilation entre les comptes suivants :

* réseau commuté public;

* ligne directe; et

* total inter-états.

Les méthodes précises employées dans les Rapports sur les coûts intégralement répartis (FDC) s'appuient sur un document intitulé "Interim Cost Allocation Manual" (manuel de répartition provisoire des coûts) approuvé par la FCC dans CC Docket 79-245, de même que cinq versions subséquentes qui ont fait l'objet de révisions, mais apparemment sur des questions sans conséquence, la dernière datant de 1986.

Dans le but d'obtenir un meilleur indice des coûts imputables au compte du réseau public commuté, les données extraites du rapport FDC sont associées à des données provenant du rapport qu'AT&T soumet annuellement à la FCC selon la formule M. Ce rapport s'avère particulièrement utile car il comprend une analyse en détails des comptes du réseau téléphonique, y compris une ventilation des coûts d'équipement de central, des moyens de transmission par fil et des données se rapportant à la longueur en milles des équipements de réseau.

Les Rapports généraux en vertu de la section 214 sont soumis annuellement à la FCC et exposent en détails les projets de construction d'AT&T. Les données sur le nombre des circuits ont été extraites de ces documents.

ANNEXE II - LA MÉTHODOLOGIE DU PROCESSUS D'ÉTUDE RCAP DE BELL CANADA

Le processus d'étude RCAP présente un intérêt particulier dans le contexte de cette enquête, parce qu'il tient compte des coûts de la mise en place et de la maintenance d'équipements conçus en fonction de technologies en plein développement, notamment les équipements de transmission par fibres optiques et de radiocommunications numériques.

Dans le contexte d'exploitation défini par le CRTC, les évaluations économiques déposées à l'appui des requêtes des initiateurs de nouveaux services s'effectuent selon une méthode prospective d'établissement des coûts différentiels, comme le suggérait la Phase II de l'Enquête sur le prix de revient (Décision Télécom CRTC 79-16).

Bell Canada a également mis au point une méthode d'évaluation s'appuyant sur les principes de la Phase II et qui a été employée dans le but d'établir le prix de revient des services existants. Cette pseudo-méthode RCAP, bien qu'étant prospective et différentielle, est une version simplifiée de la méthode intégrale d'évaluation de la VAN recommandée dans le cadre de la Décision relative à la Phase II. Parmi les simplifications qu'elle emploie, signalons :

* le fait de présumer d'une demande en croissance constante sur une période de dix ans; les études sur la VAN évaluent le niveau des prévisions de la demande sur une période appropriée;

* le fait de présumer que la demande se concentre sur les artères en pleine croissance et, en

conséquence, prévoir l'emploi de techniques de croissance;

* le fait d'annualiser les coûts et les recettes en fonction de la période sur laquelle l'étude porte; l'indice de la VAN se limite à établir les mouvements nets de trésorerie à une étape ponctuelle de la chronologie.

Le RCAP constitue le ratio du coût annuel équivalent (CAE) sur les revenus annuelsé quivalents (RAE). Les CAE et les RAE représentent des annuités dont le terme est la période qui fait l'objet de l'étude, calculées à partir de la valeur actualisée de tous les mouvements de trésorerie relatifs aux coûts et aux recettes (respectivement) prévus au cours de la période étudiée. Nous nous penchons sur les CAE et, spécifiquement, sur la partie de ces coûts associée aux immobilisations, ce qui inclut :

* le **capital** , qui comprend le coût des immobilisations au titre des équipements et tous les investissements de remplacement d'actifs effectivement désaffectés;

* les **dépenses** , y compris toutes les ressources reliées au capital, portées au compte des dépenses et rangées, d'après Bell Canada, dans l'une des catégories de coûts communs directs, indirects ou variables; la liste des inclusions est longue et elle comprend les frais généraux, considérés comme étant causals;

* les **taxes** , y compris l'impôt sur le revenu s'il y a lieu, ainsi que les taxes sur le capital et les recettes; et,

* les **frais de récupération et de disposition** , assumés au moment de la désaffectation d'actifs.

Ces flux monétaires sont actualisés, l'indice du coût moyen des immobilisations de Bell Canada représentant le taux d'actualisation. Le montant unique ainsi obtenu est ensuite transformé en une annuité dont le terme est la période étudiée.

SECTION VI :

RÉSULTATS PROBANTS - MÉTHODE DE L'ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE

LE 10 MARS 1988

VI. RÉSULTATS PROBANTS - MÉTHODE DE L'ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE

La présente section passe brièvement en revue quelques-uns des éléments de preuve d'ordre économétrique en rapport avec la question du monopole de fait. L'analyse a permis de constater le raffinement de plus en plus poussé des techniques de recherche expérimentale sur la question. Elle s'inspire d'excellents documents mis au point par le CRTC.

A. SURVOL DES TECHNIQUES D'ANALYSE

Les premières études visant à déceler la présence des conditions d'un monopole de fait se concentraient sur l'existence d'économies d'échelle. Par exemple, si l'on observait dans une entreprise qu'en doublant le volume des intrants, on obtenait un accroissement de 150 p. 100 du volume des extrants, on affirmait que l'entreprise constituait un monopole de fait.

Les chercheurs ont constaté que les formules fonctionnelles dont ils disposent afin d'estimer des fonctions de la production et, ce faisant, caractériser divers paramètres matériels du processus de production, ont une capacité limitée. Il fut avancé qu'une autre façon de déceler la présence d'économies d'échelle dans le processus de production consistait à analyser la fonction prix

de revient.[1] Depuis, la plupart des recherches expérimentales ont porté sur la fonction prix de revient, laquelle peut faire l'objet d'estimations à l'aide d'une gamme étendue de formules fonctionnelles.

Le grand débat qui suivit fut de savoir si les économies d'échelle constituaient ou non les conditions d'un monopole de fait. Il apparut alors que les économies d'échelle ne sont ni nécessaires, ni suffisantes à la constitution d'un monopole de fait: en l'absence d'économies d'échelle, des économies de diversification peuvent suffir à créer les conditions d'un monopole de fait; ou encore, il peut exister des inefficacités au plan des économies de diversification suffisamment considérables pour faire contrepoids aux économies d'échelle. Depuis cette époque, la plupart des recherches tentent de déceler la présence simultanée d'économies d'échelle et d'économies de diversification. Cette définition plus précise des conditions nécessaires à l'existence d'un monopole de fait est connue sous le nom de subadditivité de la fonction prix de revient.

Enfin, nous nous pencherons sur les derniers progrès en matière de recherches visant à préciser les conditions d'un monopole de fait qui pourrait exister pour des biens spécifiques fabriqués dans

---

[1] On dit de la fonction prix de revient qu'elle est en relation duale avec la fonction production. Ce rapport existe parce qu'une entreprise désireuse d'augmenter le volume extrants, étant donné un volume constant d'intrants, cherche également à diminuer le prix de revient d'un volume donné d'extrants.

le contexte d'un processus de production conjoint. Les données sur les économies d'échelle associées au processus de production global ne permettent pas de tirer de conclusions au sujet des économies d'échelle pour un produit particulier. Par exemple, la fabrication d'un produit peut occasionner des inefficacités au plan des économies d'échelle, que de considérables économies d'échelle obtenues dans la fabrication d'un autre produit compensent lorsque l'on considère l'ensemble. En conséquence, les chercheurs ont commencé à ventiler les données relatives à la production, de façon à obtenir des estimations des économies d'échelle pour des produits particuliers.

B. RÉSULTATS

Les études passées en revue s'inscrivent dans deux catégories :

1. Études sur des données relatives à la production globale

Ces recherches ont été menées par Denny-Fuss (1980), Christensen et al (1981b) et Nadiri-Shankerman (1981, 1986). Elles ont signalé la présence de fortes économies d'échelle dans la prestation des services de télécommunications, mais n'ont pu démontrer l'existence d'économies de diversification ou d'économies d'échelle dans le cas précis de la prestation du service interurbain.

2. Études sur des données relatives à des produits spécifiques

Sont comprises dans cette catégorie les études de Fuss-Waverman (1981a, 1981b), Denny et al (1981), Alleman (1985) et Bernstein (1987). Les études menées par Fuss-Waverman signalent des difficultés en ce qui concerne l'estimation des économies d'échelle au niveau global, apparemment attribuables aux caractéristiques du modèle économétrique qu'ils avaient retenu. L'enquête Alleman fait état d'inefficacités au plan des économies d'échelle au niveau global en rapport avec les services de télécommunications. Les trois autres études parviennent à la conclusion qu'il existe de fortes économies d'échelle au niveau global.

Les économies de diversification ont fait l'objet d'estimations lors des études de Fuss-Waverman (1981a, 1981b), Kiss et al (1983) et Alleman (1985). Toutes ces études ont conclu, et ce, dans le meilleur des cas, à de faibles relations de complémentarité des coûts.

Fuss-Waverman (1981b), Kiss et al (1983), Alleman (1985) et Bernstein (1987) ont produit des estimations des économies d'échelle en rapport avec la prestation du service interurbain. Les études d'Allemand et de Bernstein ont décelé des économies d'échelle significatives au plan statistique, mais ils ont tous les deux utilisé des modèles économétriques aux caractéristiques non conventionnelles.

La figure 1 résume les caractéristiques principales des études passées en revue dans les documents du CRTC.

La liste des autres recherches menées sur le sujet, dressée par le CRTC, est intégrée à la bibliographie ci-jointe.

C. CONCLUSIONS

Les recherches expérimentales que nous avons passées en revue ne fournissent pas de conclusions probantes quant à la présence d'économies d'échelle et de diversification. Les études portant sur Bell Canada ou sur AT&T ont décelé desé conomies d'échelle en rapport avec la fonction prix de revient des services de télécommunications considérés globalement.

Toutefois, les enquêtes sur les économies de diversification n'ont pu déceler que de faibles relations de complémentarité entre les prix de revient des divers services offerts par les entreprises de télécommunications et ce, en dépit de l'existence d'un ensemble considérable de preuves intuitives et anecdotiques. Cette situation semble indiquer que les résultats relatifs aux économies de diversification ne sont peut-être pas fiables, ce qui restreint la portée des conclusions que l'on peut en tirer au sujet de la subadditivité.

Quant à la fonction prix de revient du service interurbain, il n'existe pas de consensus dans les rapports des recherches expérimentales concernant

FIGURE 1

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

CARACTÉRISTIQUES	RECHERCHES		
	DENNY-FUSS (1980)	CHRISTENSEN ET AL (1980)	DENNY ET AL. (1980)
DONNÉES	Bell Canada, 1952 à 1972	At&T, 1952 à 1977	Bell Canada, 1952 à 1976
RÉSULTATS	Relatifs à l'ensemble des produits	Relatifs à l'ensemble des produits	Q1 = tarifs interurbains Q2 = ligne directe + WATS + TWX Q3 = service local + divers
Économies d'échelle globales	Fortes	Fortes	Fortes
Économies de diversification	S.O. *	S.O. *	Non signalées
Économies d'échelle en raport avec l'interrurbain	S.O. *	S.O. *	Non signalées

* Sans objet, étant donné que les résultats spécifiquement associés à un produit n'ont pas fait l'objet d'un estimé.

FIGURE 1
(SUITE)
SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

CARACTÉRISTIQUES	RECHERCHES			
	KISS ET AL. (1983)	ALLEMAN (1985)	MADIRI-SHANKERMAN (1986)	BERNSTEIN (1987)
DONNÉES	Bell Canada, 1952 à 1978	GTE, période non précisée	AT&T, 1947 à 1976	Bell Canada, 1952 à 1979
RÉSULTATS	Q1 = service local + publicité dans l'annuaire + divers Q2 = SICT + WATS Q3 = tarifs interurbain de la concurrence	Q1 = frais d'accès Q2 = Service local Q3 = tarifs interurbains	Relatifs à l'ensemble des produits	Q1 = service local Q2 = tarifs interurbains
Économies d'échelle globales	Fortes	rendement négatif	Fortes	Fortes
Économies de diversification	Faibles	Faibles	S.O. *	Non signalées
Économies d'échelles en rapport avec l'interurbain	Non valide au plan statistique	Fortes	S.O. *	Fortes

* Sans objet, étant donné que les résultats spécifiquement associés à un produit n'ont pas fait l'objet d'un estimé.

FIGURE 1
(SUITE)
SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

CARACTÉRISTIQUES	RECHERCHES		
	MADIRI-SEBAMEDIAN (1981)	FUSS-WAVERMAN (1981a)	FUSS-WAVERMAN (1981b)
DONNÉES	AT&T, 1947 à 1976	Bell Canada, 1952 à 1975	Bell Canada, 1952 à 1977
RÉSULTATS	Relatifs à l'ensemble des produits	Q1 = tarifs interurbains Q2 = ligne directe + WATS + TWX + divers Q3 = service local	Q1 = SICT + WATS Q2 = ligne directe + WATS Q3 = service local + divers
Économies d'échelle globales	Fortes	Faibles	Non valide au plan statistique
Économies de diversification	S.O. *	Nulles	Négatives
Économies d'échelle en rapport avec l'interurbain	S.O. *	Non Signalées	Non valide au plan statistique

* Sans objet, étant donné que les résultats spécifiquement associés à un produit n'ont pas fait l'objet d'un estimé.

l'existence d'économies d'échelle spécifiquement associées à un produit.

Le manque de résultats probants fournis par les études économétriques a constitué le moteur de l'utilisation d'autres méthodes d'investigation sur la question de la présence d'une structure de monopole de fait en matière de service interurbain.

D. BIBLIOGRAPHIE

Alleman, J.H. (1985). Economies of Scale and Scope in Telecommunications : Results from GTE. PNR Associates Inc., Elkins Park, PA.

Averch, H. et L. Johnson. Behaviour of the Firm Under Regulatory Constraint. American Economic Review, décembre, p. 1052-1062.

Baumol, W.J. (1977). Economic Theory and Operations Analysis. 4th edition, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall.

Baumol, W, J (1977). On the Proper Cost Tests for Natural Monopoly in a Multi-product Monopoly. American Economic Review, décembre (67), p. 809-822.

Baumol, W. J., E. E. Baily et R. D. Willig (1977). Weak Invisible Hand Theorems on the Sustainability of Prices in a Multiproduct Monopoly. American Economic Review, juin, p. 350-356.

Baumol, W. J., J. C. Panzar et R. D. Willig (1982). Contestable Markets and The Theory of Industry Structure. New-York, Harcourt Brace Janvanovith Inc.

Bernstein, J. I. (1987). An Examination of the Equilibrium Specification and Structure of Production for Canadian Telecommunications, document polycopié.

Breslaw, J. et J. B. Smith (1980). Efficiency, Equity and Regulation: An Econometric Model of Bell Canada. Report to the Department of Communications, Final Report.

Breslaw, J et J. B.Smith (1982). The Restrictiveness of Flexible Functional Forms and the Measurement of Regulatory Constraint. Land Economics, vol. 58, nº 4, p. 535-556.

Carr, J. (1972). A Suggestion for the Treatment of Serial Correlation: A Case in Point. Canadian Journal of Economics, mai.

Christensen, R. L., D. Cummings et P. E. Schoech (1980). Econometric Estimation of Scale Economies in Telecommunications. Document nº 8013, Social Systems Research Institute, University of Wisconsin, Madison, Wis.

Denny, M., M. Fuss, C. Everson et L. Waverman (1981). Estimating the Effects of Technological Innovations in Telecommunications: The Production Structure of Bell Canada. Canadian Journal of Economics, février.

Denny, M. et M. Fuss (1980). The Effects of the Factor Prices and Technological Change on the Occupational Demand for Labour: Evidence from Canadian Telecommunications. Institute for Policy Analysis Working, document nº 8014, University of Toronto.

Denny, M., M. Fuss, et L. Waverman (1981). The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries, with an Application to Canadian Telecommunications, tiré de Productivity Measurement in Regulated Industries, recueil publié sous la direction de T. Cowing et R. Stevenson, New York, Academic Press.

Dobell, A. R., L. D. Taylor, L. Waverman, T. H. Liu et M. D. G. Copeland (1972). Telephone Communications in Canada: Demand, Production and Investment Decision. Bell Journal, printemps.

Evans, D.S. et J. J. Heckman (1983). Multiproduct Cost Function Estimates and Natural Monopoly Tests for the Bell System, tiré de Breaking Up Bell, recueil publié sous la direction de D. S. Evans, North-Holland, New York, p. 253-282.

Evans, D. S. et J. J. Heckman (1984). Test for Subadditivity of the Cost Function With an Application to the Bell System. The American Economic Review, vol. 74, nº 4, Spet, p. 615-623.

Fuss M. et L. Waverman (1981a). Multi-product Multi-output Cost Function for a Regulated Utility: The Case of Telecommunications in Canada, tiré de Studies in Public Regulation, recueil publié sous la direction de G. Fromm, Cambridge, MIT Press.

Fuss M. et L. Waverman (1981b). The Regulation of Telecommunications in Canada. Technical Report No. 7, Conseil Économique du Canada.

Fuss, M. (1983). A Survey of Recent Results in the Analysis of Production Conditions in Telecommunications, tiré de Economic Analysis of Telecommunications, recueil publié sous la direction de L. Courville, A. de Fontenay et R. Dobell, North-Holland.

Henderson, J. M. et R. E. Quantd (1958). Microeconomic Theory: A Mathematical Approach. McGraw-Hill.

Kahn, A. E. (1971). The Economics of Regulation, vol. I et II. Toronto, John Wiley and Sons.

Kiss, F., S. Karabadjian et B. Lefebvre (1983). Economies of Scale and Scope in Bell Canada, tiré de Economic Analysis of Telecommunications: Theory and Applications, recueil publié sousla direction de L. Courville, A. de Fontenay et R. Dobell, Elsevier
Science Publishers - B. V. (North-Holland).

Kiss, F. et B. Lefebvre (1987). Modèles économétriques des entreprises de télécommunications : un aperçu. Revue économique, mars, p. 307-344.

Littlechild, S. C. (1979). Elements of Telecommunications Economics. Peter Peregrinus Ltd.

Mantell, L. H. (1974). An Econometric Study of the Returns to Scale in the Bell System. Staff Research Paper, Office of Telecommunications Policy, Executive Office of the President, Washington, D.C.

Nadiri, M. et M. Shankerman (1981). The Structure of Production, Technological Change and Rate of Growth in the U.S. Bell System, tiré de Productivity Measurement in Regulated Industries, recueil publié sous la direction de T. Cowing et R. Stevenson, New York, Academic Press.

Nadiri, M.I. et M. Schankerman (1986). A Test for Statistic Equilibrium Models and Rates of Return to Quasi-fixed Factors With an Application to the Bell System. tiré de A Supplement to the Journal of Econometrics, un recueil sous la direction de E. R. Berndt et M. A. Fuss publié dans le Journal of Land Economics, vol. 33, octobre-novembre, Annals 1986-2, North-Holland, Amsterdam, p. 97-118.

Panzar, J. C. et R. D. Willig (1975). Economies of Scale and Economies of Scope in Multi-Output Production. Bell Laboratories Discussion Paper No. 33.

Panzar, J. C. et R.D. Willig. Free Entry and the Sustainability of Natural Monopoly. Bell Journal of Economics, vol. 8, nº 1, p. 1-22.

Production Economics: a Dual Approach to Theory and Applications. Recueil publié sous la direction de M. Fuss et D. McFadden, North-Holland, 1978.

Quirk, J. P. (1976). Intermediate Microeconomics. Science Research Associates.

Raj, B. et H. D. Vinod (1982). Bell System Scale Economies from a Random Coefficients Model. Journal of Economics and Business.

Sharkey, W. W. (1982). The Theory of Natural Monopoly. Cambridge University Press.

Smith, B. et V. Corbo (1979). Economies of Scale and Economies of Scope in Bell Canada. Final report to the Department of Communications.

Vinod, H. D. Bell System Scale Economies and the Estimation of Joint Production Functions. Bell Exhibit No. 59, dans FCC Docket 2003.

Waverman, L. (1987). Competition and Regulation in the U. S. Interexchange Telecommunications Market, allocution lors de la Conference on Telecommunications and Computers, Brookings Institute.